

A. ESCUDERO BERIAN, B. GARCIA CRIADO, E. LUIS CALABUIG,  
A. GARCIA CIUDAD

MATERIALES APORTADOS AL SUELO POR LA ENCINA  
EN LA ZONA DE DEHESAS SALMANTINA.

II: COMPOSICION MINERAL

*Separata de STUDIA ECOLOGICA*

*II, 1980 (213-240)*

SALAMANCA, 1981

## **MATERIALES APORTADOS AL SUELO POR LA ENCINA EN LA ZONA DE DEHESAS SALMANTINA. II. COMPOSICIÓN MINERAL**

A ESCUDERO BERIAN \*

B. GARCÍA CRIADO \*\*

E. LUIS CALABUIG \*\*\*

A. GARCÍA CIUDAD \*\*

**RESUMEN.**- Como segunda etapa en el estudio del reciclado de los elementos biógenos de la encina, se aborda en este trabajo el de la caracterización de la composición mineral de los materiales aportados al suelo por el árbol. Se han determinado los elementos N, P, K, Ca, Mg, Fe, Na, Mn, Cu y Zn.

Se han encontrado, respecto de otros datos bibliográficos, diferencias elevadas en las concentraciones de Ca, Mg, Na, Mn y Zn. El suelo silíceo es la causa fundamental de tales diferencias. El Mn se encuentra en concentraciones muy elevadas como consecuencia de la acidez del suelo.

Las distintas fracciones muestran grandes diferencias en su composición química, la explicación está relacionada con la naturaleza del material.

Se han comparado entre sí las muestras obtenidas de los distintos árboles, y durante cada uno de los años completos de muestreo, para comprobar el fenómeno de compensación, resultando positivo para alguno de los elementos.

Se cuantifican igualmente las variaciones estacionales de la composición mineral de los restos de encina, relacionándolos con los periodos fenológicos. La correlación entre los contenidos de elementos minerales pone de manifiesto los valores altamente significativos entre N y P, mientras que el Ca y el K presentan un gran número de correlaciones negativas con los demás elementos, dando explicación a todas esas manifestaciones con puntos de vista fisiológicos o ecológicos.

**SUMMARY.**- As the second stage in the study of the recycling of the biogenetic elements of ilex, this work deals with the characteristics of the mineral composition of the elements contributed to the soil by the tree. The elements N, P, K, Ca, Mg, Fe, Na, Mn, Cu, and Zn, were determined.

Notable differences were found in the quantities of Ca, Mg, Na, Mn, and Zn, when compared with other published data. The siliceous soil is the fundamental cause of such differences. Mn is found in high quantities as a result of the acidity of the soil.

\* Departamento de Ecología. Universidad de Salamanca.

\*\* U.É.I. de Praticultura. C.E.B.A. de Salamanca.

\*\*\* Departamento de Ecología. Universidad de León.

The various divisions show great differences in chemical composition, the explanation for this being the natural composition of the matter.

The samples taken from the different trees were compared, both amongst themselves, and each one for each completed year of sampling, to check for the phenomenon of compensation, with a positive result in some elements.

The seasonal variations in the mineral composition of the litter of the ilex were also quantified, linking them to the phenological periods. The correlation between the contents of the mineral elements shows highly significant values between N and P, whilst Ca and K show a high number of negative correlations to the other elements, giving an explanation for all these manifestations with reference to physiological or ecological viewpoints.

## INTRODUCCION

Como segunda etapa en el estudio del reciclado de los elementos biógenos de la encina, abordamos aquí la caracterización de la composición mineral de los materiales aportados al suelo por el árbol. La cuantía y disposición espacio-temporal de los cuales, fue estudiada por LUIS CALABUIG y cols. (1980).

La determinación de las concentraciones de los elementos minerales contenidos en los restos vegetales depositados en el suelo a lo largo de un ciclo anual es un paso obligado, por cuanto dichas concentraciones varían ampliamente en función de un cúmulo de factores, lo que imposibilita la cuantificación de un ciclo o porción de ciclo mineral a partir de la sola consideración de las cantidades de restos orgánicos desprendidas de la vegetación. Además, las características del ciclo se ven afectadas no sólo por las cantidades absolutas de elementos minerales puestos en juego, sino también por la velocidad con que estos se mueven entre las distintas partes de que consta el ciclo. En este sentido, es particularmente importante la composición mineral del mantillo, porque la concentración que presenta un elemento es en última instancia —dentro de unas características ambientales y de una composición orgánica fijas— el factor que determina si dicho elemento se incorporará a la reserva de nutrientes asimilables del suelo o permanecerá retenido por la materia orgánica y será, por tanto, inasequible para las plantas.

Estudios de este tipo en ecosistemas forestales han sido emprendidos por numerosos autores (RAPP, 1967, 1969; GRUNERT, 1964; DENAEYER-De SMET, 1967, entre muchos). Todos ellos subrayan las grandes diferencias existentes en los contenidos minerales de los restos de distintas especies arbóreas e incluso dentro de una misma especie sometida a diferentes condiciones ambientales. Así pues, cada caso es nuevo con respecto a los anteriores, y exige la repetición de todos y cada uno de los pasos ya establecidos.

A esta evidencia se une, además, la escasez de datos acerca de especies medi-

terráneas de hoja persistente (RAPP, 1971). En ellas, la caída de restos se produce a lo largo de todo el año y su composición mineral experimenta grandes variaciones, lo que exige la extensión de los análisis a todo el ciclo anual.

## MATERIAL Y METODOS

En el trabajo previo de la serie (LUIS CALABUIG y col., 1980) se describen las épocas y formas de recogida de las muestras. Estas, una vez secadas a 80°C durante 24 horas, se muelen en molino «Culatti» con luz de malla de 1mm y son homogeneizadas por cuarteo.

Los elementos minerales se determinan por vía seca según los procedimientos rutinarios de análisis de la U.E.I. de Praticultura: N, por el método Kjeldahl; P por colorimetría, utilizando el método del amarillo de vanadomolibdofosfórico; Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu y Zn por espectrofotometría de absorción atómica y K, por fotometría de llama (DUQUE MACIAS, 1971; DUQUE MACIAS y GARCIA CIUDAD, 1973).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### *Composición mineral media de los materiales analizados.*

En las tablas I-VI se reúnen los valores medios, extremos, desviaciones típicas y coeficiente de variación de los contenidos minerales de las fracciones recogidas en los periodos indicados.

Cuando se comparan los resultados obtenidos con los de otros autores para especies similares a las aquí estudiadas, se encuentran algunas desviaciones notables que pueden ser explicadas en la mayoría de los casos en función de las diferencias de suelo y clima.

Así, con respecto a los valores dados por RAPP (1969) para muestras de *Quercus ilex*, hemos podido apreciar diferencias elevadas en las concentraciones de Ca, Na, Mn y Zn. Los menores contenidos de Ca son explicables por tratarse en nuestro caso de suelos silíceos. Cuando la comparación se establece con los resultados obtenidos sobre suelos similares (CARLISLE y col., 1967), las diferencias son ya mucho menores. Son mayores aún las diferencias que presentan los contenidos de oligoelementos, lo que resulta lógico en este tipo de materiales. En efecto, el envejecimiento de los órganos de los árboles lleva consigo una reabsorción de sus nutrientes por parte del árbol previa a su desprendimiento. La reabsorción es tanto mas intensa cuanto menor es la disponibilidad del elemento implicado y



TABLA I.- VALORES MEDICOS (a), EXTREMOS (b), DESVIACION TIPICA (c) Y COEFICIENTE DE VARIACION (d) DE LAS CONCENTRACIONES DE BIOELEMENTOS EN HOJAS DURANTE TRES AÑOS CONSECUTIVOS.

ELEMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	
ARBOL 1											
1.975	a	1.00	0.06	0.42	0.60	0.06	21.35	168.54	4.90	357.29	32.58
	b	0.88-1.17	0.05-0.07	0.27-0.55	0.40-0.90	0.06-0.07	10.00-27.50	110.00-225.00	2.50-7.50	292.50-430.00	23.50-48.50
	c	0.09	0.01	0.08	0.14	—	5.73	43.97	1.48	42.46	6.60
	d	9.00	16.67	19.05	23.33	7.20	26.84	26.09	30.20	11.88	26.40
1.976	a	0.97	0.06	0.32	0.77	0.06	16.70	213.18	4.55	346.14	38.32
	b	0.85-1.22	0.05-0.10	0.21-0.40	0.55-0.95	0.05-0.08	10.00-25.00	140.00-332.50	2.50-8.75	272.50-422.50	28.50-52.50
	c	0.11	0.02	0.05	0.14	0.01	4.62	67.39	1.86	46.32	8.48
	d	11.66	33.33	15.63	18.18	14.14	27.66	31.61	40.88	13.38	9.99
1.977	a	0.92	0.06	0.29	0.85	0.07	18.00	246.50	8.23	343.50	34.50
	b	0.81-1.00	0.04-0.10	0.08-0.42	0.70-1.00	0.06-0.07	6.25-30.00	127.50-400.00	2.50-26.25	300.00-387.50	20.50-45.00
	c	0.07	0.02	0.14	0.11	—	8.82	112.12	10.10	32.19	10.76
	d	7.44	33.33	48.28	12.94	6.58	49.00	45.48	1.22	9.37	31.19
Global	a	0.97	0.06	0.36	0.71	0.06	18.52	200.46	5.46	350.28	35.72
	b	0.81-1.22	0.04-0.10	0.08-0.55	0.40-1.00	0.05-0.08	6.20-30.00	110.00-400.00	2.50-26.25	272.50-430.00	20.50-52.50
	c	0.10	0.01	0.09	0.17	0.01	5.84	73.75	4.43	42.25	8.69
	d	10.31	16.67	25.00	23.94	10.70	31.53	36.79	81.14	12.06	24.33
ARBOL 2											
1.975	a	0.92	0.05	0.38	1.02	0.03	21.88	195.00	5.16	196.04	24.75
	b	0.64-1.13	0.04-0.07	0.17-0.56	0.75-1.30	0.03-0.04	10.00-32.50	95.00-302.50	3.13-8.75	140.00-230.00	16.50-39.00
	c	0.14	1.01	0.10	0.17	—	7.08	71.74	2.15	25.59	7.21
	d	15.22	20.00	26.32	16.67	12.36	32.36	36.79	41.67	13.05	29.13
1.976	a	0.88	0.05	0.33	1.20	0.04	19.25	190.50	5.25	234.50	27.35
	b	0.70-1.14	0.03-0.09	0.22-0.38	0.90-1.45	0.03-0.05	10.00-32.50	145.00-237.50	3.75-10.63	175.00-302.50	20.00-37.50
	c	0.14	0.02	0.05	0.17	0.01	7.64	28.67	1.98	42.49	5.25
	d	15.91	40.00	15.15	14.17	19.42	39.69	15.05	37.71	18.12	19.20
1.977	a	0.99	0.05	0.21	1.32	0.03	17.50	286.67	5.83	190.83	45.67
	b	0.87-1.15	0.04-0.06	0.12-0.56	1.20-1.55	0.03-0.04	7.50-31.25	242.50-350.00	3.75-7.50	160.00-212.50	20.50-82.00
	c	0.15	0.01	0.12	0.20	0.01	12.31	56.25	1.91	27.42	31.61
	d	15.15	20.00	57.14	15.15	17.32	70.34	19.62	32.76	14.37	69.21
Global	a	0.91	0.05	0.34	1.12	0.03	20.30	204.20	5.28	210.80	28.30
	b	0.64-1.15	0.03-0.09	0.12-0.56	0.75-1.55	0.03-0.05	7.50-32.50	95.00-350.00	3.13-10.63	140.00-302.50	16.50-82.00
	c	0.14	0.01	0.10	0.20	0.01	7.76	62.46	1.99	37.85	12.72
	d	15.38	20.00	29.41	17.86	16.69	38.23	30.59	37.69	17.96	44.95
ARBOL 3											
1.975	a	0.92	0.07	0.40	0.91	0.05	14.86	183.61	3.47	456.39	19.94
	b	0.75-1.05	0.06-0.08	0.29-0.52	0.70-1.30	0.03-0.06	3.75-22.50	132.50-257.50	1.25-5.00	387.50-512.50	17.50-25.00
	c	0.11	0.01	0.08	0.19	0.01	5.50	41.76	1.04	40.70	2.44
	d	11.96	14.29	20.00	20.88	24.67	37.01	22.74	29.97	8.92	12.24
1.976	a	0.92	0.06	0.37	1.01	0.06	11.67	151.88	4.27	391.88	20.63
	b	0.81-1.21	0.03-0.10	0.25-0.56	0.80-1.30	0.05-0.07	7.50-17.50	130.00-185.00	3.13-10.63	355.00-477.50	19.00-27.00
	c	0.11	0.02	0.09	0.16	0.01	3.95	15.34	2.21	24.14	2.67
	d	11.34	25.00	28.21	16.67	7.71	56.56	31.16	29.50	11.01	9.52
1.977	a	0.97	0.08	0.39	1.02	0.06	12.50	150.83	4.17	365.00	23.00
	b	0.84-1.09	0.06-0.10	0.23-0.52	0.85-1.25	0.06-0.07	5.00-20.00	102.50-230.00	2.50-5.63	307.50-417.50	21.00-25.00
	c	0.11	0.02	0.11	0.17	—	7.07	47.00	1.23	40.19	2.19
	d	11.34	25.00	28.21	16.67	7.71	56.56	31.16	29.50	11.01	9.52
Global	a	0.93	0.07	0.38	0.98	0.06	12.92	162.22	3.98	407.41	20.93
	b	0.75-1.21	0.03-0.10	0.23-0.56	0.80-1.30	0.03-0.07	3.75-22.50	102.50-230.00	1.25-10.63	307.50-512.50	17.50-27.00
	c	0.11	0.02	0.09	0.17	0.01	5.13	36.04	1.68	49.23	2.67
	d	11.83	26.57	23.68	17.35	15.59	39.71	22.22	42.21	12.08	12.76
LOS 3 ARBOLES											
1.975	a	0.95	0.06	0.40	0.64	0.05	19.77	182.27	4.60	325.68	26.29
	b	0.64-1.17	0.04-0.08	0.17-0.56	0.40-1.30	0.03-0.07	3.75-32.50	95.00-302.50	1.25-8.75	140.00-512.50	16.50-48.50
	c	0.12	0.01	0.09	0.24	0.01	6.74	54.79	1.77	112.88	8.48
	d	12.63	16.67	22.50	28.57	20.00	34.09	30.06	38.48	34.66	32.26
1.976	a	0.92	0.06	0.34	0.99	0.05	15.64	184.02	4.66	328.94	28.56
	b	0.70-1.22	0.03-0.10	0.21-0.56	0.55-1.45	0.03-0.08	7.50-32.50	130.00-332.50	2.50-10.63	175.00-437.50	19.00-52.50
	c	0.12	0.02	0.07	0.23	0.01	6.15	49.24	2.01	75.85	9.46
	d	13.04	33.33	20.59	23.23	20.00	39.32	26.76	43.13	23.06	23.12
1.977	a	0.96	0.07	0.32	1.02	0.06	15.54	224.11	5.98	320.00	31.96
	b	0.81-1.15	0.04-0.10	0.08-0.52	0.70-1.55	0.03-0.07	5.00-31.25	102.50-400.00	2.50-26.50	160.00-417.50	20.50-82.00
	c	0.10	0.02	0.13	0.23	0.01	8.60	93.12	6.00	77.80	16.58
	d	10.42	26.57	40.63	22.55	16.67	55.34	43.49	100.33	24.31	51.81
Global	a	0.94	0.06	0.36	0.93	0.05	17.33	188.56	4.87	326.03	28.22
	b	0.64-1.22	0.03-0.10	0.08-0.56	0.40-1.55	0.03-0.08	3.75-32.50	95.00-400.00	1.25-26.25	140.00-512.50	16.50-48.50
	c	0.12	0.02	0.10	0.25	0.01	7.08	61.36	3.02	92.18	10.70
	d	12.77	33.33	27.78	26.88	20.00	40.85	32.54	62.01	28.27	37.92

Nota: N, P, K, Ca y Mg se expresan en % sobre s.s. y Na, Fe, Cu, Mn y Zn en ppm sobre s.s.

Tabla II.- VALORES MEDICOS (a), EXTREMOS (b), DESVIACION TIPICA (c) Y COEFICIENTE DE VARIACION (d) DE LAS CONCENTRACIONES DE BIOMIENTOS EN RAMAS DURANTE TRES AÑOS CONSECUTIVOS.

ELEMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	
AR B O L 1											
1.975	a	0.83	0.07	0.27	1.40	0.06	15.11	193.78	185.91	38.73	
	b	0.72-0.89	0.04-0.12	0.12-0.38	1.10-1.70	0.06-0.07	8.75-22.50	137.50-255.00	3.75-19.30	165.00-202.50	27.50-64.00
	c	0.04	0.02	0.07	0.20	0.01	4.31	33.69	4.51	12.71	10.35
	d	4.82	28.57	25.93	14.29	16.67	28.52	17.39	44.57	6.84	26.72
1.976	a	0.82	0.06	0.23	1.60	0.07	14.25	194.25	9.19	170.25	37.20
	b	0.79-0.95	0.03-0.08	0.05-0.38	1.30-2.40	0.04-0.08	7.50-18.75	157.50-237.50	6.25-12.50	148.50-187.50	22.00-51.00
	c	0.08	0.02	0.10	0.38	0.01	4.13	26.22	1.93	16.01	7.89
	d	9.76	33.33	43.48	23.75	14.29	28.98	13.50	21.00	9.40	21.21
1.977	a	0.87	0.06	0.17	1.58	0.07	15.94	239.38	10.00	183.75	37.75
	b	0.75-1.01	0.05-0.07	0.09-0.24	1.30-2.00	0.06-0.08	8.75-32.50	185.00-287.50	5.00-16.85	170.00-192.50	25.50-52.50
	c	0.12	0.01	0.07	0.30	0.01	11.10	51.98	4.89	10.90	11.12
	d	13.79	16.67	41.18	18.99	14.29	69.64	21.71	48.90	5.93	29.46
Global	a	0.83	0.07	0.24	1.51	0.06	14.90	201.30	9.73	179.30	37.96
	b	0.72-1.01	0.03-0.13	0.05-0.38	1.10-2.40	0.04-0.08	7.50-32.50	137.50-287.50	3.75-19.38	142.50-202.50	22.00-64.00
	c	0.07	0.02	0.09	0.30	0.01	5.47	36.63	3.61	15.35	9.16
	d	8.43	28.57	36.54	19.87	16.67	36.71	18.20	37.10	8.56	24.13
AR B O L 2											
1.975	a	0.74	0.04	0.39	1.84	0.03	15.34	147.05	7.73	65.23	22.14
	b	0.67-0.81	0.03-0.06	0.32-0.54	1.20-2.30	0.02-0.05	7.50-27.50	100.00-232.50	3.12-21.88	47.50-92.50	16.00-43.00
	c	0.04	0.01	0.07	0.29	0.01	5.97	41.36	5.10	15.27	8.07
	d	5.41	25.00	17.95	15.76	33.33	38.92	28.13	65.98	23.41	36.45
1.976	a	0.71	0.03	0.35	1.99	0.04	17.78	148.61	9.31	76.94	20.06
	b	0.64-0.83	0.03-0.05	0.28-0.45	1.70-2.20	0.03-0.05	13.75-26.25	75.00-195.00	6.88-11.88	65.00-92.50	15.00-26.00
	c	0.06	0.01	0.05	0.15	0.01	3.63	34.37	1.64	8.82	3.87
	d	8.45	33.29	14.29	7.54	25.00	20.42	23.13	17.62	9.47	19.29
1.977	a	0.70	0.02	0.24	2.12	0.04	12.92	108.33	6.46	74.17	15.33
	b	0.66-0.74	0.02-0.03	0.14-0.34	2.00-2.25	0.03-0.04	11.25-16.25	85.00-14.00	5.00-8.13	62.50-80.00	12.00-18.00
	c	0.04	0.01	0.10	0.13	0.01	2.89	28.43	1.58	10.10	3.06
	d	5.71	50.00	41.67	6.13	25.00	22.37	26.24	24.46	13.62	15.96
Global	a	0.72	0.03	0.35	1.93	0.04	15.39	142.61	8.18	70.98	20.43
	b	0.64-0.83	0.02-0.06	0.14-0.54	1.20-2.30	0.02-0.05	7.50-27.50	75.00-232.50	3.13-21.88	47.50-92.50	12.00-43.00
	c	0.05	0.01	0.08	0.24	0.01	5.80	38.28	3.75	13.27	6.40
	d	6.94	33.33	22.86	12.44	25.00	37.69	26.84	45.84	18.70	31.33
AR B O L 3											
1.975	a	0.75	0.06	0.46	1.35	0.07	7.26	173.89	11.46	170.00	20.06
	b	0.69-0.85	0.05-0.08	0.30-0.53	0.90-1.70	0.07-0.08	2.50-16.25	127.50-22.00	2.50-44.28	140.00-212.50	13.00-39.50
	c	0.05	0.01	0.08	0.24	—	3.45	30.13	13.02	23.72	8.78
	d	6.67	16.67	17.39	17.78	4.93	47.52	17.33	113.61	13.95	43.77
1.976	a	0.73	0.05	0.42	1.46	0.07	9.50	148.00	9.06	175.25	15.35
	b	0.56-0.81	0.04-0.06	0.28-0.52	1.20-2.00	0.06-0.08	6.25-17.50	105.00-190.00	6.25-21.75	145.00-247.50	12.50-21.00
	c	0.07	0.01	0.07	0.24	0.01	3.78	24.69	4.37	30.15	2.52
	d	9.59	20.00	16.67	16.44	14.29	39.79	16.68	48.23	17.20	16.42
1.977	a	0.80	0.05	0.37	1.43	0.07	11.00	137.00	7.25	175.50	16.00
	b	0.60-1.05	0.05-0.06	0.28-0.45	1.20-0.60	0.06-0.07	7.50-15.00	107.50-180.00	4.38-13.13	147.50-197.50	14.00-18.50
	c	0.17	0.01	0.06	0.21	—	3.47	27.29	3.58	20.80	1.62
	d	21.25	20.00	16.22	14.69	6.67	31.55	19.92	49.38	11.85	10.13
Global	a	0.75	0.06	0.43	1.41	0.07	9.58	155.42	9.59	173.33	17.25
	b	0.56-1.05	0.04-0.08	0.28-0.53	0.90-2.00	0.06-0.08	2.50-17.50	105.00-220.00	2.50-44.28	140.00-247.50	12.50-39.50
	c	0.09	0.01	0.08	0.23	0.01	3.68	30.25	8.45	25.17	5.89
	d	12.00	16.67	18.60	16.31	14.29	38.41	19.46	88.11	14.52	34.14
L O S 3 A R B O L E S											
1.975	a	0.78	0.06	0.36	1.54	0.06	13.39	171.45	9.66	138.47	27.42
	b	0.67-0.89	0.03-0.12	0.12-0.54	0.90-2.30	0.02-0.08	2.50-27.50	100.00-25.50	2.50-44.28	47.50-212.50	13.00-64.00
	c	0.06	0.02	0.12	0.33	0.02	5.54	39.80	7.94	58.07	12.30
	d	7.69	33.33	33.33	21.43	33.33	41.37	23.31	82.19	41.94	44.86
1.976	a	0.75	0.05	0.33	1.67	0.06	13.71	164.14	9.18	143.02	24.34
	b	0.56-0.95	0.03-0.08	0.05-0.52	1.20-2.40	0.03-0.08	6.25-26.25	75.00-237.50	6.25-21.25	65.00-247.50	12.50-51.00
	c	0.09	0.02	0.11	0.35	0.02	5.06	35.34	2.85	49.35	10.96
	d	12.00	40.00	33.33	20.96	33.33	36.91	21.53	31.05	34.51	45.03
1.977	a	0.80	0.05	0.27	1.65	0.06	13.13	163.96	7.97	152.92	23.08
	b	0.60-1.05	0.02-0.07	0.09-0.45	1.20-2.25	0.03-0.08	7.50-32.50	85.00-287.50	4.38-16.25	62.50-197.50	12.00-52.50
	c	0.14	0.02	0.11	0.36	0.01	6.67	66.31	3.74	49.77	12.40
	d	17.50	40.00	40.74	21.82	16.67	50.80	40.44	46.93	32.55	53.73
Total	a	0.77	0.05	0.34	1.61	0.06	13.47	167.26	9.19	142.71	25.46
	b	0.56-1.05	0.02-0.12	0.05-0.54	0.90-2.40	0.02-0.08	2.50-32.50	75.00-287.50	2.50-44.28	47.50-247.50	12.00-64.00
	c	0.09	0.02	0.11	0.34	0.02	5.48	43.09	5.69	52.86	11.76
	d	11.69	40.00	32.35	21.12	33.33	40.68	25.76	61.92	37.04	46.19

Notas N, P, K, Ca y Mg se expresan en % sobre s.s. y Na, Fe, Cu, Mn y Zn en ppm sobre s.s.

TABLA III.- VALORES MEDIOS (a), EXTREMOS (b), DESVIACION TIPICA (c) Y COEFICIENTE DE VARIACION (d) DE LAS CONCENTRACIONES DE BIOELEMENTOS EN CUPULAS DURANTE TRES AÑOS CONSECUTIVOS.

ELEMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	
AÑOS											
AR B O L 1											
1.975	a	0.75	0.05	0.47	0.32	0.06	5.05	45.00	7.71	139.17	23.17
	b	0.66-0.89	0.03-0.07	0.26-0.68	0.10-0.50	0.05-0.08	4.00-7.00	27.50-100.00	5.00-10.00	110.00-185.00	10.50-72.00
	c	0.08	0.01	0.18	0.16	0.01	1.12	27.39	2.04	25.82	24.02
	d	10.67	20.00	38.30	50.00	16.67	22.11	60.86	26.47	18.55	103.70
1.976	a	0.76	0.03	0.21	0.30	0.05	6.85	62.50	6.88	131.07	19.21
	b	0.63-0.84	0.02-0.04	0.07-0.35	0.10-0.060	0.03-0.08	6.25-7.50	30.00-112.50	3.75-10.63	85.00-227.50	7.00-33.50
	c	0.07	0.01	0.01	0.16	0.02	0.63	33.67	2.40	46.54	10.93
	d	9.21	33.33	47.62	54.43	40.00	9.18	53.86	34.84	35.51	56.89
Global	a	0.75	0.04	0.34	0.31	0.05	6.02	54.42	7.26	134.80	21.04
	b	0.63-0.89	0.02-0.07	0.07-0.68	0.10-0.60	0.03-0.08	4.00-7.50	27.50-112.50	3.75-10.63	85.00-185.00	7.00-72.00
	c	0.07	0.02	0.18	0.16	0.02	1.26	31.01	2.19	37.13	17.45
	d	9.33	50.00	52.94	50.46	40.00	20.93	56.98	30.17	27.54	82.94
AR B O L 2											
1.975	a	0.74	0.05	0.58	0.33	0.05	1.77	59.50	9.50	81.00	15.40
	b	0.60-0.87	0.03-0.06	0.30-0.077	0.30-0.40	0.04-0.05	1.20-3.00	32.50-115.00	6.25-15.63	42.50-140.00	8.50-23.50
	c	0.11	0.01	0.21	0.04	0.01	0.76	33.14	4.01	38.10	7.25
	d	14.86	20.00	36.21	12.12	20.00	42.82	55.69	42.22	47.04	47.07
1.976	a	0.79	0.05	0.52	0.26	0.04	6.37	49.50	9.00	66.50	16.70
	b	0.71-0.92	0.04-0.07	0.32-0.65	0.20-0.30	0.03-0.04	1.50-11.25	37.50-82.50	6.88-13.13	50.00-77.50	10.50-25.50
	c	0.08	0.01	0.12	0.05	—	4.60	18.66	2.78	10.84	5.60
	d	10.13	20.00	23.08	19.23	11.77	72.26	37.69	30.89	16.30	33.51
Global	a	0.77	0.05	0.55	0.30	0.04	4.07	54.50	9.25	73.75	16.05
	b	0.60-0.92	0.03-0.07	0.30-0.77	0.20-0.40	0.03-0.05	1.20-11.25	32.50-115.00	6.25-15.63	42.50-140.00	8.50-25.50
	c	0.10	0.01	0.16	0.06	0.01	3.94	25.90	3.27	27.49	6.14
	d	12.99	20.00	29.09	20.00	25.00	96.81	47.52	35.35	37.27	38.26
AR B O L 3											
1.975	a	0.74	0.05	0.55	0.38	0.05	2.43	33.75	5.94	118.75	9.83
	b	0.63-0.85	0.03-0.07	0.24-0.78	0.20-0.60	0.03-0.06	1.25-6.25	25.00-45.00	2.50-8.75	52.50-202.50	7.00-12.00
	c	0.08	0.01	0.21	0.15	0.01	1.93	6.47	2.16	58.65	2.10
	d	10.81	20.00	38.18	39.47	20.00	79.11	19.17	36.30	49.39	21.49
1.976	a	0.73	0.04	0.55	0.34	0.05	1.58	35.36	5.27	186.43	7.43
	b	0.62-0.93	0.02-0.06	0.41-0.74	0.30-0.50	0.04-0.06	0.99-3.75	22.50-87.50	2.50-6.88	155.00-247.50	6.00-10.50
	c	0.11	0.01	0.11	0.08	0.01	0.97	23.56	1.39	37.88	1.43
	d	15.21	34.88	20.80	22.95	13.40	61.09	66.63	26.42	20.32	19.21
1.977	a	0.60	0.04	0.48	0.53	0.06	9.77	36.25	5.32	228.75	7.63
	b	0.58-0.63	0.03-0.04	0.36-0.53	0.40-0.60	0.06-0.07	0.70-21.25	20.00-77.50	5.00-5.63	170.00-262.50	7.00-8.50
	c	0.02	0.01	0.08	0.10	0.01	10.57	27.58	0.37	41.46	0.63
	d	3.97	13.33	16.26	18.24	8.00	108.17	76.07	6.84	18.12	8.25
Global	a	0.70	0.04	0.53	0.40	0.05	3.81	35.00	5.52	172.50	8.32
	b	0.58-0.93	0.02-0.07	0.24-0.78	0.20-0.60	0.03-0.07	0.70-21.25	20.00-87.50	2.50-8.75	52.50-262.50	6.00-12.00
	c	0.10	0.01	0.15	0.13	0.01	5.85	19.10	1.52	62.41	1.89
	d	14.29	25.00	28.30	32.50	20.00	153.54	54.57	27.54	36.18	22.72
L O S 3 A R B O L E S											
1.975	a	0.74	0.05	0.53	0.34	0.05	3.16	45.29	7.61	114.85	16.18
	b	0.60-0.89	0.03-0.07	0.24-0.78	0.10-0.60	0.03-0.08	1.20-7.00	25.00-115.00	2.50-15.63	42.50-202.50	7.00-72.00
	c	0.08	0.01	0.19	0.13	0.01	1.96	25.20	2.99	47.24	15.12
	d	10.81	20.00	35.85	38.24	20.00	62.03	55.64	39.29	41.13	93.45
1.976	a	0.75	0.04	0.43	0.31	0.05	4.78	49.08	6.84	134.47	14.21
	b	0.62-0.93	0.02-0.07	0.07-0.74	0.10-0.60	0.03-0.08	0.99-11.25	22.50-112.50	2.50-13.13	50.00-247.50	6.00-33.50
	c	0.09	0.01	0.19	0.11	0.01	3.39	27.99	2.56	59.70	8.76
	d	12.00	25.00	44.19	35.48	20.00	70.92	57.03	37.43	44.40	61.65
1.977	a	0.60	0.04	0.48	0.53	0.06	9.77	36.25	5.32	228.75	7.63
	b	0.58-0.63	0.03-0.04	0.36-0.52	0.40-0.60	0.06-0.07	0.70-21.25	20.00-77.50	5.00-6.63	170.00-262.50	7.00-8.50
	c	0.02	0.01	0.08	0.10	0.01	10.57	27.58	0.37	41.46	0.63
	d	3.97	13.33	16.26	18.24	8.00	108.29	76.07	6.84	18.12	8.25
Total	a	0.73	0.04	0.47	0.34	0.05	4.59	46.19	7.02	135.56	14.39
	b	0.58-0.93	0.02-0.07	0.07-0.78	0.10-0.60	0.03-0.08	0.70-21.25	20.00-115.00	2.50-15.63	42.50-262.50	6.00-72.00
	c	0.09	0.01	0.18	0.13	0.01	4.37	26.37	2.68	61.41	11.63
	d	12.33	25.00	36.30	38.24	20.00	95.21	57.09	38.18	45.30	80.82

Nota: N, P, K, Ca y Mg se expresan en % sobre s.s. y Na, Fe, Cu, Mn y Zn en ppm sobre s.s.

TABLA IV. VALORES MEDIOS (a), EXTREMOS (b), DESVIACION TIPICA (c) Y COEFICIENTE DE VARIACION (d) DE LAS CONCENTRACIONES DE BIOELEMENTOS EN FRUTOS DURANTE TRES AÑOS CONSECUTIVOS

ELEMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn	
AÑOS											
ARBOL 1											
1975	a	0,75	0,06	0,64	0,03	0,10	2,00	24,17	6,67	72,50	11,17
	b	0,71-0,81	0,06	0,59-0,68	0,02-0,05	0,08-0,10	0,99-3,75	20,00-32,50	5,00-7,50	62,50-77,50	9,00-13,00
	c	0,05		0,05	0,02		1,50	7,22	1,44	8,66	2,02
	d	6,67		7,81	66,67		75,00	29,87	21,59	11,94	18,08
1976	a	0,76	0,05	0,52	0,01	0,08	5,50	53,00	8,88	77,00	16,10
	b	0,67-0,87	0,05-0,06	0,48-0,56	0,0-0,02	0,08-0,12	1,00-8,75	22,50-110,00	5,00-15,00	50,00-107,50	9,50-35,00
	c	0,08		0,03	0,01	0,02	4,00	35,81	3,76	21,61	10,64
	d	10,53		5,77	100,00	25,00	72,73	67,57	42,34	28,06	66,09
1977	a	0,738	0,04	0,35	0,01	0,08	12,50	95,00	10,00	52,50	14,00
GLOBAL	a	0,75	0,05	0,54	0,02	0,10	5,08	48,06	8,26	72,78	14,22
	b	0,67-0,87	0,04-0,06	0,35-0,68	0,01-0,05	0,08-0,12	0,99-12,50	20,00-110,00	5,00-15,00	50,00-107,50	9,00-35,00
	c	0,06	0,01	0,10	0,01	0,02	4,36	34,04	3,03	17,74	7,96
	d	8,00	20,00	18,52	50,00	20,00	85,83	70,83	36,68	24,37	55,98
ARBOL 2											
1975	a	0,91	0,07	0,58	0,07	0,08	6,67	40,83	6,67	50,83	13,17
	b	0,87-0,94	0,03-0,09	0,32-0,75	0,06-0,07	0,06-0,10	1,25-15,00	15,00-80,00	3,75-8,75	22,50-62,50	10,50-35,00
	c	0,04	0,03	0,23	0,07	0,02	7,32	34,49	2,60	46,93	4,19
	d	0,40	42,86	39,66	100,00	25,00	109,75	84,47	38,98	92,33	31,81
1976	a	0,86	0,07	0,60	0,03	0,08	3,00	32,50	6,63	34,00	9,70
	b	0,77-0,96	0,06-0,08	0,55-0,65	0,01-0,07	0,06-0,08	1,25-5,00	20,00-45,00	4,38-9,38	17,50-62,50	7,50-11,50
	c	0,07	0,01	0,05	0,02		1,68	9,01	1,80	18,51	1,82
	d	8,14	14,29	8,33	66,67		56,00	27,72	27,15	54,44	18,76
1977	a	0,87	0,06	0,57	0,08	0,06	8,75	90,00	6,25	25,00	19,00
GLOBAL	a	0,87	0,07	0,59	0,05	0,08	4,86	41,67	6,60	38,61	11,89
	b	0,77-0,96	0,03-0,09	0,32-0,75	0,01-0,08	0,06-0,10	1,25-15,00	15,00-90,00	3,75-9,38	17,50-105,00	7,50-35,00
	c	0,06	0,02	0,12	0,03	0,02	4,48	26,13	1,83	28,53	4,00
	d	6,90	28,57	20,34	60,00	25,00	92,18	62,71	27,73	73,89	33,64
ARBOL 3											
1975	a	0,89	0,07	0,63	0,04	0,08	4,20	25,00	6,46	80,83	9,82
	b	0,80-0,96	0,06-0,08	0,58-0,04	0,03-0,04	0,08	1,25-7,50	20,00-30,00	4,38-9,38	25,00-115,00	8,50-11,00
	c	0,08	0,01	0,04	0,01		3,10	5,00	2,60	48,76	1,26
	d	8,99	14,29	6,35	25,00		73,81	20,00	40,25	60,32	12,82
1976	a	0,83	0,08	0,61	0,03	0,08	2,24	20,00	6,50	42,50	9,20
	b	0,70-0,93	0,06-0,09	0,49-0,68	0,02-0,07	0,06-0,10	0,99-8,75	15,00-25,00	5,00-9,38	62,50-125,00	6,50-14,00
	c	0,10	0,01	0,08	0,02	0,02	3,67	3,95	1,91	25,80	3,01
	d	12,05	12,50	13,11	66,67	25,00	163,84	19,75	29,38	27,89	32,76
1977	a	0,83	0,07	0,58	0,03	0,08	7,19	35,00	5,16	81,25	11,75
	b	0,78-0,88	0,06-0,07	0,55-0,61	0,0-0,05	0,06-0,08	1,25-10,00	27,50-40,00	4,38-5,63	62,50-95,00	8,00-20,50
	c	0,04	0,01	0,03	0,02		4,13	5,40	0,60	15,34	5,95
	d	4,82	14,29	5,17	66,67		57,44	15,43	11,63	18,88	50,64
GLOBAL	a	0,84	0,07	0,61	0,03	0,08	4,54	26,25	6,05	85,83	10,21
	b	0,80-0,96	0,06-0,09	0,49-0,68	0,0-0,07	0,06-0,10	0,99-10,00	15,00-40,00	4,38-9,38	25,00-125,00	6,50-20,50
	c	0,08	0,01	0,06	0,02	0,02	3,86	8,01	1,75	27,80	3,82
	d	9,52	14,29	9,84	66,67	25,00	85,02	30,51	28,93	32,39	37,41
LOS 3 ARBOLES											
1975	a	0,85	0,07	0,62	0,05	0,08	4,28	30,00	6,60	68,06	11,39
	b	0,71-0,96	0,03-0,09	0,32-0,75	0,02-0,07	0,06-0,10	0,99-15,00	15,00-80,00	3,75-9,38	22,50-115,00	8,50-18,00
	c	0,09	0,02	0,12	0,02	0,02	4,53	19,57	1,98	36,65	2,81
	d	10,59	28,57	19,35	40,00	25,00	105,84	65,23	30,00	53,85	24,67
1976	a	0,81	0,07	0,58	0,03	0,08	3,70	35,17	7,34	67,83	11,00
	b	0,67-0,96	0,05-0,09	0,48-0,68	0,0-0,07	0,06-0,12	0,99-8,75	15,00-110,00	4,38-15,00	17,50-125,00	6,50-35,00
	c	0,09	0,01	0,07	0,02	0,02	3,21	24,34	2,70	32,83	7,36
	d	11,11	14,29	12,07	66,67	25,00	86,76	69,21	36,78	48,40	66,91
TOTAL	a	0,82	0,07	0,58	0,03	0,08	4,80	37,42	6,88	67,75	11,92
	b	0,67-0,96	0,03-0,09	0,32-0,75	0,0-0,08	0,06-0,12	0,99-15,00	15,00-110,00	3,75-15,00	17,50-125,00	6,50-35,00
	c	0,08	0,02	0,09	0,02	0,02	4,06	25,00	2,35	31,80	5,50
	d	9,76	28,57	15,52	66,67	25,00	84,58	66,81	34,16	46,94	46,14

Nota: N, P, K, Ca y Mg se expresan en % sobre s.s. y Na, Fe, Cu, Mn y Zn en ppm sobre s.s.

TABLA V. VALORES MEDIOS (a), EXTREMOS (b), DESVIACION TIPICA (c) Y COEFICIENTE DE VARIACION (d) DE LAS CONCENTRACIONES DE BIOELEMENTOS EN INFLORESCENCIAS DURANTE TRES AÑOS CONSECUTIVOS

ELEMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
ARBOL 1										
1975	a 18,59	0,12	0,39	0,55	0,14	27,92	411,67	11,46	216,67	79,33
b	1,85-1,87	0,11-0,12	0,31-0,50	0,40-0,75	0,14-0,16	22,50-31,25	230,00-655,00	9,38-12,50	185,00-267,50	40,50-101,00
c	0,01	0,01	0,10	0,18	0,02	4,73	219,11	1,80	44,46	33,71
d	0,53	4,95	25,91	32,78	8,87	16,95	53,22	15,72	20,52	42,49
1976	a 1,68	0,11	0,39	0,50	0,16	41,00	555,00	13,38	205,50	104,10
b	1,46-1,82	0,08-0,19	0,22-0,52	0,40-0,60	0,14-0,16	16,25-101,25	392,50-645,00	8,75-28,75	165,00-257,50	55,00-126,50
c	0,17	0,04	0,17	0,10	0,02	34,31	103,18	8,66	33,37	29,17
d	9,84	38,03	44,02	20,00	8,58	83,67	18,59	64,71	16,24	28,02
1977	a 1,672	0,19	0,39	0,60	0,16	31,25	429,50	11,25	202,50	89,00
GLOBAL	a 1,74	0,12	0,39	0,53	0,16	35,56	500,28	12,50	208,89	94,17
b	1,46-1,87	0,08-0,19	0,22-0,52	0,40-0,75	0,14-0,16	16,25-101,25	230,00-655,00	8,75-28,75	165,00-267,50	40,50-126,50
c	0,15	0,04	0,13	0,12	0,02	25,23	148,83	6,27	32,96	29,28
d	8,62	33,33	33,33	22,64	12,50	70,95	29,75	50,16	15,78	31,09
ARBOL 2										
1975	a 1,71	0,10	0,41	0,58	0,12	25,42	393,33	11,25	120,00	61,00
b	1,53-1,92	0,08-0,11	0,27-0,62	0,50-0,70	0,10-0,12	21,25-31,25	162,50-655,00	9,38-13,13	80,00-150,00	26,50-80,50
c	0,20	0,02	0,19	0,10	0,02	5,20	247,69	1,88	36,06	29,96
d	11,70	20,00	46,34	17,24	16,67	20,46	62,97	16,71	30,05	49,11
1976	a 1,54	0,08	0,51	0,50	0,12	21,88	355,00	8,13	93,75	51,75
b	1,34-1,73	0,07-0,08	0,25-0,76	0,40-0,60	0,10-0,14	20,00-23,75	305,00-405,00	7,50-8,75	90,00-97,50	27,50-56,00
c	0,28	0,01	0,36	0,14	0,02	2,65	70,71	0,88	5,30	20,15
d	18,18	12,50	70,59	28,00	16,67	12,11	19,92	10,82	5,65	48,26
1977	a 1,60	0,09	0,33	0,60	0,10	22,50	226,25	9,69	110,00	47,25
GLOBAL	a 1,63	0,09	0,41	0,56	0,10	23,57	334,64	9,91	109,64	51,57
b	1,34-1,92	0,07-0,11	0,25-0,76	0,40-0,70	0,10-0,14	20,00-31,25	162,50-655,00	7,50-13,13	80,00-150,00	26,50-80,50
c	0,20	0,01	0,23	0,09	0,02	3,71	170,29	2,02	24,68	21,22
d	12,27	11,11	56,10	16,07	20,00	15,74	50,89	20,38	22,51	41,15
ARBOL 3										
1975	a 1,60	0,10	0,39	0,83	0,14	27,92	198,33	10,42	285,00	29,00
b	1,58-1,63	0,09-0,11	0,32-0,47	0,50-1,40	0,14-0,16	26,25-28,75	137,50-312,50	8,13-14,38	217,50-352,50	22,00-41,00
c	0,03	0,01	0,08	0,49	-	1,44	98,94	3,44	67,50	10,44
d	1,88	10,00	20,51	59,04	4,03	5,17	49,89	33,05	23,68	36,00
1976	a 1,57	0,08	0,38	0,82	0,12	23,33	365,83	10,84	306,67	30,50
b	1,48-1,68	0,08-0,09	0,28-0,48	0,55-1,20	0,12-0,14	20,00-26,25	255,00-487,50	8,75-11,88	262,50-365,00	30,00-31,50
c	0,10	0,01	0,10	0,34	0,02	3,15	116,63	1,81	52,70	0,87
d	6,37	12,50	26,32	41,46	16,67	13,48	31,88	16,68	17,18	2,84
1977	a 2,22	0,16	0,34	0,70	0,14	22,50	180,00	7,50	350,00	39,00
GLOBAL	a 1,75	0,11	0,37	0,79	0,14	24,84	256,56	9,85	309,38	32,06
b	1,48-2,22	0,08-0,16	0,28-0,48	0,50-1,40	0,12-0,16	20,00-28,75	137,50-487,50	7,50-14,38	217,50-365,00	22,00-41,00
c	0,30	0,03	0,09	0,33	0,02	5,65	125,36	2,63	62,77	7,16
d	17,14	27,27	24,32	41,77	14,29	22,75	48,86	26,70	20,29	22,33
LOS 3 ARBOLES										
1975	a 1,72	0,10	0,39	0,66	0,14	27,08	334,44	11,04	207,22	56,44
b	1,53-1,92	0,08-0,12	0,27-0,62	0,40-1,40	0,10-0,16	21,25-31,25	137,50-655,00	8,13-14,38	80,00-352,50	22,00-101,00
c	0,15	0,01	0,11	0,30	0,02	3,80	200,68	2,21	84,34	31,98
d	8,72	10,00	28,21	45,45	14,29	14,03	60,00	20,02	40,70	56,66
1976	a 1,62	0,10	0,41	0,60	0,14	31,88	458,25	11,56	213,50	69,55
b	1,34-1,82	0,07-0,19	0,22-0,76	0,40-1,20	0,10-0,16	16,25-101,25	255,00-645,00	7,50-28,75	90,00-365,00	27,50-126,50
c	0,17	0,03	0,18	0,34	0,02	24,88	136,84	6,22	85,03	42,03
d	10,49	30,00	43,90	40,00	14,29	78,04	29,86	53,81	39,83	60,43
1977	a 1,71	0,11	0,39	0,63	0,14	28,49	370,73	10,86	213,44	61,04
TOTAL	a 1,74	0,11	0,39	0,63	0,14	28,49	370,73	10,86	213,44	61,04
b	1,34-2,22	0,07-0,19	0,22-0,76	0,40-1,40	0,10-0,16	16,25-101,25	137,50-655,00	7,50-28,75	80,00-365,00	22,00-126,50
c	0,22	0,03	0,15	0,23	0,02	16,32	177,62	4,31	90,69	34,35
d	12,87	27,27	38,46	36,51	14,29	57,28	47,91	39,69	42,49	56,27

Notar N, P, K, Ca y Mg se expresan en % sobre s.s. y Na, Fe, Cu, Mn y Zn en p.p.m. sobre s.s.



TABLA VI. VALORES MEDIOS (a), EXTREMOS (b), DESVIACION TÍPICA (c), Y COEFICIENTE DE VARIACION (d), DE LAS CONCENTRACIONES DE BIOELEMENTOS EN RESILOS DIVERSOS DURANTE TRES AÑOS CONSECUTIVOS

ELEMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
ARBOL 1										
1975 a	2,25	0,18	0,35	0,62	0,16	27,71	623,33	14,48	207,92	115,50
b	1,94-2,59	0,11-0,27	0,24-0,45	0,50-0,80	0,12-0,26	17,50-41,25	315,00-805,00	8,13-35,00	147,50-240,00	76,00-273,00
c	0,28	0,05	0,09	0,13	0,06	10,23	167,37	10,13	56,91	77,32
d	12,58	30,73	26,49	21,55	35,49	36,92	26,85	69,94	27,37	66,94
1976 a	1,50	0,12	0,35	0,68	0,14	59,06	615,00	10,11	160,00	127,88
b	1,19-1,90	0,06-0,22	0,21-0,45	0,30-1,00	0,10-0,16	17,50-165,00	545,00-707,50	3,75-15,00	62,50-210,00	41,50-273,00
c	0,30	0,07	0,10	0,30	0,02	70,81	73,80	4,83	66,36	102,31
d	19,16	55,91	29,23	44,24	20,20	119,89	12,00	46,81	41,48	80,00
1977 a	1,71	0,12	0,17	0,90	0,14	23,33	646,67	285,88	179,17	69,50
b	0,86-2,67	0,05-0,20	0,11-0,22	0,60-1,40	0,12-0,14	15,00-33,75	142,50-1410,00	8,75-837,63	167,50-192,50	34,00-95,00
c	0,91	0,05	0,06	0,44	0,02	9,55	672,32	477,83	12,58	31,71
d	53,09	62,92	32,75	48,43	8,66	40,92	103,97	167,15	7,02	45,62
GLOBAL a	1,92	0,15	0,30	0,70	0,14	36,35	626,15	75,83	186,54	108,69
b	0,86-2,67	0,05-0,27	0,11-0,45	0,30-1,40	0,10-0,26	15,00-165,00	142,50-805,00	3,75-837,63	62,50-210,00	34,00-273,00
c	0,55	0,06	0,11	0,27	0,04	39,55	247,52	229,01	54,35	76,19
d	28,65	40,00	36,67	38,57	28,57	108,80	47,52	302,00	29,14	70,10
ARBOL 2										
1975 a	1,90	0,11	0,28	1,08	0,10	21,25	536,67	8,54	93,33	75,83
b	1,68-2,17	0,09-0,14	0,17-0,47	0,50-2,00	0,08-0,12	18,75-25,00	260,00-832,50	8,13-8,75	80,00-117,50	51,50-93,50
c	0,25	0,03	0,17	0,80	0,02	3,31	286,73	0,36	20,97	21,78
d	12,97	24,05	60,63	74,18	24,74	15,56	53,43	4,19	22,46	28,72
1976 a	1,24	0,18	0,28	2,15	0,10	23,75	491,25	10,00	121,24	57,50
b	0,70-1,78	0,12-0,24	0,05-0,51	0,60-3,70	0,08-0,10	23,75	245,00-733,50	7,50-12,50	105,00-137,50	15,00-10,00
c	0,76	0,08	0,33	2,19	0,02		348,25	3,54	22,98	60,10
d	61,39	47,14	116,17	101,95	15,71		70,89	35,36	19,95	104,53
1977 a	1,31	0,06	0,23	0,40	0,12	26,88	877,50	25,94	132,50	74,50
b	1,12-1,50	0,06	0,21-0,25	0,40	0,10-0,12	25,00-28,75	825,00-930,00	16,25-35,63	117,50-147,50	54,00-95,00
c	0,27		0,03		0,02	2,65	74,25	13,70	21,21	28,99
d	20,51		12,30		12,86	9,87	8,46	52,83	16,01	38,91
GLOBAL a	1,55	0,12	0,26	1,19	0,10	23,57	621,07	13,93	112,50	70,21
b	0,70-2,17	0,06-0,24	0,05-0,51	0,40-3,70	0,08-0,12	18,75-28,75	245,00-930,00	7,50-35,63	80,00-147,50	15,00-100,00
c	0,49	0,06	0,17	1,24	0,02	3,34	282,20	10,06	25,54	31,24
d	31,61	50,00	65,38	104,20	20,00	14,17	45,44	72,22	22,70	44,50
ARBOL 3										
1975 a	1,88	0,13	0,36	1,56	0,16	26,07	465,71	11,43	346,43	49,21
b	1,65-2,10	0,10-0,21	0,22-0,54	0,70-3,35	0,14-0,22	11,25-36,25	287,50-742,50	6,25-20,00	80,00-497,50	35,00-87,00
c	0,16	0,04	0,12	0,99	0,02	9,61	145,66	4,86	137,18	18,73
d	8,28	27,93	32,95	63,25	17,68	36,87	31,28	42,56	39,60	38,05
1976 a	1,28	0,12	0,53	2,83	0,14	30,16	338,44	11,96	424,38	26,94
b	0,99-1,95	0,04-0,41	0,38-0,75	0,70-3,70	0,10-0,20	23,75-58,75	215,00-535,00	8,13-15,63	275,00-720,00	16,50-64,00
c	0,36	0,12	0,17	0,96	0,04	11,94	93,99	2,88	159,24	15,78
d	28,07	102,48	32,07	34,04	20,15	39,60	27,77	24,11	37,52	50,57
1977 a	1,30	0,11	0,49	1,50	0,16	28,00	390,50	12,25	394,00	37,10
b	0,72-1,50	0,05-0,16	0,44-0,81	0,60-1,90	0,12-0,18	8,75-45,00	70,00-487,50	7,50-15,00	182,50-470,00	11,50-59,00
c	0,39	0,04	0,21	0,54	0,02	12,86	200,23	2,85	120,24	21,11
d	30,34	36,49	42,28	35,99	14,43	45,92	51,28	23,27	30,52	56,90
GLOBAL a	1,50	0,12	0,46	2,05	0,16	28,19	396,00	11,84	389,50	37,28
b	0,72-2,10	0,04-0,41	0,22-0,81	0,60-3,70	0,10-0,22	8,75-58,75	70,00-742,50	6,25-20,00	80,00-720,00	11,50-87,00
c	0,42	0,08	0,17	1,06	0,02	10,95	146,93	3,52	139,75	19,84
d	28,00	68,67	36,96	51,71	12,50	38,84	37,10	29,73	35,88	53,22
LOS 3 ARBOLES										
1975 a	2,02	0,14	0,34	1,12	0,14	25,78	538,13	12,03	247,03	79,06
b	1,65-2,59	0,09-0,27	0,17-0,54	0,50-3,35	0,08-0,26	11,25-41,25	260,00-832,50	6,25-35,00	80,00-497,50	35,00-273,00
c	0,28	0,05	0,12	0,82	0,04	8,88	184,76	6,98	136,43	56,08
d	13,86	35,71	35,29	73,21	28,57	34,45	34,33	58,02	55,23	70,93
1976 a	1,36	0,13	0,44	2,11	0,14	37,50	439,29	11,21	305,54	80,39
b	0,70-1,95	0,04-0,41	0,05-0,75	0,30-3,70	0,08-0,20	17,50-165,00	215,00-737,50	3,75-15,63	68,50-720,00	15,00-273,00
c	0,39	0,10	0,19	1,36	0,04	37,94	177,53	3,41	187,47	97,01
d	28,68	76,92	43,18	64,45	28,57	101,17	40,41	30,42	61,36	120,67
TOTAL a	1,64	0,13	0,37	1,50	0,14	30,03	510,19	33,00	275,06	66,25
b	0,70-2,67	0,04-0,41	0,05-0,81	0,30-3,70	0,08-0,26	8,75-165,00	70,00-930,00	3,75-837,63	62,50-720,00	11,50-273,00
c	0,50	0,07	0,17	1,09	0,04	23,74	251,76	130,63	156,83	56,20
d	30,49	53,85	45,95	72,67	25,61	79,05	49,35	395,85	57,02	84,88

Notar N, P, K, Ca y Mg se expresan en % sobre s.s. y Na, Fe, Cu, Mn y Zn en ppm sobre s.s.

este es un aspecto que varía enormemente entre los oligoelementos en función de las características del suelo y de la especie vegetal de que se trate. En particular las elevadas concentraciones de Mn obtenidas por nosotros son corrientes en los materiales vegetales de nuestra zona como consecuencia de la acidez del suelo.

Las distintas fracciones muestran grandes diferencias en su composición química. Los mayores contenidos en N se dan en las inflorescencias en razón de la riqueza proteínica del polen (DENAAYER-De SMET, 1969); le sigue de cerca la fracción restos diversos, y, ya a mayor distancia, las hojas. Las fracciones leñosas (ramas y cúpulas) tienen contenidos menores y vecinos entre ellas, mientras que los frutos se encuentran a media distancia entre estas últimas y hojas.

Por lo que respecta a P, vuelven a encontrarse altas concentraciones en restos e inflorescencias, quedando también en el extremo opuesto cúpulas y ramas.

El potasio, por el contrario, es particularmente abundante en los frutos, en los que sólo se ve superado en sus concentraciones por N. Los contenidos disminuyen después en el orden: cúpulas > inflorescencias > restos > hojas - ramas. La riqueza de los frutos en este elemento está en correspondencia con sus bajas concentraciones de Ca, que, de acuerdo con RAPP (1971), provoca el aumento correlativo de los contenidos de K.

El calcio es predominante en ramas y restos diversos, en estos últimos a causa, probablemente, de las cortezas que se incluyen en ellos. Este resultado es acorde con la relación existente entre los niveles de Ca y la lignificación de los tejidos. Por el contrario, no resultan explicables las bajas concentraciones de este elemento en cúpulas.

En cuanto al magnesio, vuelven a sobresalir las inflorescencias y restos diversos por sus elevados contenidos. En las restantes fracciones la concentración disminuye en el orden: ramas > hojas > cúpulas > frutos.

El conjunto de los oligoelementos manifiesta notables diferencias entre las distintas fracciones. De nuevo son las inflorescencias y restos diversos las fracciones que manifiestan las concentraciones más elevadas, con la única excepción de Mn en hojas. Además, las hojas acumulan todos los oligoelementos, salvo Cu, en mayor cantidad que ramas, cúpulas y frutos, sobresaliendo estos últimos por su acentuada pobreza.

Algunos autores (TSUTSUMI, 1969) han encontrado relaciones entre la masa de materia orgánica producida anualmente por el árbol y su contenido en bioelementos. Han creído reconocer, así, un cierto fenómeno de compensación que se traduce en una mayor estabilidad en la acumulación y consiguiente liberación de elementos minerales a través del tiempo y en diferentes comunidades. Para saber si este aspecto influye sobre las concentraciones de bioelementos en los restos vegetales depositados por la encina, y hasta qué punto las diferencias o similitudes entre las muestras, en función de las variables tiempo y peculiaridades individua-

les, permiten la generalización de los resultados al conjunto de la población y a periodos de tiempo superiores a un año, se han comparado entre sí las muestras obtenidas de los distintos árboles y durante cada uno de los dos años completos de muestreo. Las diferencias de composición media de las muestras recogidas en los dos años sucesivos parecen apoyar la hipótesis del fenómeno de compensación para algunos de los elementos. En efecto, los materiales recogidos durante el año 1975, durante el que se registraron unos aportes medios de materia orgánica menores (LUIS CALABUIG y cols., 1980), parecen tener mayores concentraciones de N y K. En los demás elementos, no se aprecian diferencias claras en este sentido. No obstante, las diferencias son lo suficientemente pequeñas como para inspirar dudas acerca de la existencia real del fenómeno. Los resultados del análisis de la varianza aplicado a estos datos se resumen en la Tabla VII. Las diferencias entre fracciones son, como cabría esperar, altamente significativas para casi todos los elementos. Por el contrario, las muestras recogidas en distintos años no son en ningún caso significativamente diferentes entre ellas, mientras que las procedentes de distintos árboles, sólo manifiestan diferencias significativas para Mg, Na, Mn y Zn y solamente en la interacción árboles-años. Por consiguiente, los resultados obtenidos podrían generalizarse sin dificultad para años sucesivos de características climáticas normales y para los diferentes árboles de una comunidad, al menos en lo que se refiere a los elementos mayores. Indudablemente, la modificación de los factores climáticos, y más aún, la de los edáficos, provocaría variaciones en la composición de los materiales, por lo que los resultados obtenidos han de tomarse con cautela cuando se intentan aplicar a comunidades asentadas sobre suelos diferentes. La inclusión de esta nueva variable en las investigaciones que actualmente están siendo llevadas a cabo por nuestro grupo permitirá abordar su posible generalización a un ámbito más amplio.

#### *Variaciones estacionales de la composición mineral de los restos de encina*

Como indican los coeficientes de dispersión agrupados en las tablas I-VI, la composición mineral de los materiales desprendidos de la encina experimenta grandes variaciones a lo largo del año. Así, pues, y de acuerdo con RAPP (1971), la composición de estos materiales sólo puede ser conocida a través del análisis de todas las muestras obtenidas en el ciclo anual.

La razón de estas variaciones ha de buscarse en el gran número de factores que influyen en la composición química de las diversas partes del árbol en el momento de su desprendimiento. Haciendo referencia especial a las hojas, las variaciones en los contenidos minerales a lo largo de su desarrollo, han sido detectadas por numerosos autores (MITCHELL, 1963; SAMPSON y col., 1935; TAMM, 1951; LEROY, 1968). En el momento de la caída de la hoja, a estas variaciones se añaden otras derivadas de influencias externas; particularmente, el potasio es fácilmente eliminado de las hojas muertas cuando éstas se ven sometidas al lavado por

TABLA VII. ANALISIS DE LA VARIANZA CONSIDERANDO TODOS LOS PARES DE INTERACCIONES ENTRE ARBOLES, AÑOS Y FRACCIONES.

	INTERACCION ARBOLES-AÑOS		INTERACCION ARBOLES-FRACCIONES		INTERACCION AÑOS-FRACCIONES	
	Diferencia entre Arboles	Diferencia entre Años	Diferencia entre Arboles	Diferencia entre Fracciones	Diferencia entre Años	Diferencia entre Fracciones
N	1.12*	4.95*	0.06*	55.46***	0.14*	23.78***
P	3.81*	1.03*	0.22*	17.08***	0.03*	14.91***
K	2.52*	1.52*	1.31*	4.78**	0.51*	13.53***
Ca	5.02*	0.77*	0.37*	10.50***	0.13*	18.51***
Mg	31.00***	0.09*	5.85***	1.70*	0.04*	21.13***
Na	5.35**	0.41*	0.38*	28.11***	0.06*	23.97***
Fe	2.03*	1.49*	0.36*	20.26***	0.001*	41.41***
Cu	1.07*	1.04*	1.02*	1.58*	0.78**	1.32*
Mn	239.80***	0.008*	0.12*	3.10**	0.12*	33.49***
Zn	36.15**	0.01*	0.14*	4.33**	0.14*	33.42***
Grados de	2	2	2	5	2	5
Libertad	6	6	15	12	15	12

\* No significativo: muestras significativamente similares

\*\* Significativo: muestras significativamente diferentes

\*\*\* Muy significativo: muestras significativamente muy diferentes

el agua de lluvia (DENAAYER-De SMET, 1966, 1969; TUKEY, 1970). Además, el viento y otros agentes atmosféricos pueden provocar la caída de hojas aún verdes y con una composición diferente a la de las hojas secas. De esta forma, la intervención de diversos factores que actúan independientemente entre sí provocaría variaciones al azar en la composición mineral de la hojarasca.

Sería de esperar, no obstante, que ya que los factores indicados actúan de una manera aproximadamente igual sobre los distintos árboles incluidos en el estudio, las variaciones en la composición de los restos de cada uno de ellos fuesen paralelas. Para poner de manifiesto estas y otras posibles regularidades, se han elaborado las gráficas 1-6, en las que se representan las variaciones mensuales de cada elemento en cada fracción.

A la vista de estas evoluciones, cabe confirmar la gran variabilidad de la composición química de estos materiales y la práctica imposibilidad de entrever algún tipo de periodicidad intra-anual en ella, al contrario de lo indicado por GRUNERT (1964). Ciñéndonos en nuestras consideraciones a hojas y ramas, únicas fracciones cuya composición se conoce a lo largo del año completo, sólo es posible encontrar alguna regularidad en las variaciones de los contenidos de potasio, las cuales parecen ser menores en los meses invernales y de primavera, como consecuencia, probablemente, del lavado acentuado por la lluvia. En el resto de las gráficas no se aprecian particularidades dignas de mención, pues las escasas coincidencias existentes entre los mismos meses de distintos años pueden deberse exclusivamente al azar.

Por el contrario, resulta claro el paralelismo entre los tres árboles, al menos para algunos casos. En hojas, la evolución anual de N, P y K sigue las mismas tendencias en los tres árboles, e igual sucede con el Mg para los árboles 1 y 2. En los restantes elementos el paralelismo es menos acusado, salvo para tramos concretos.

Por lo que respecta a ramas, es más difícil encontrar en ellas regularidades apreciables. De hecho, su mismo desprendimiento del árbol se verifica de una forma mucho más irregular que el de las hojas (LUIS CALABUIG y cols., 1980), siendo de esperar, por consiguiente, que su composición química dependa también en mayor medida del azar, pues se halla relacionada con la edad y el grosor de las ramas en el momento de su caída (DENAAYER-De SMET, 1969).

En cuanto a las restantes fracciones, el corto número de meses en los que se registra su presencia no permite establecer una secuencia completa de la variación de sus contenidos minerales a lo largo del año por lo que tampoco pueden definirse con regularidad tendencias conjuntas en dicha variación. Sólo en el caso del potasio, con su ya demostrada respuesta a los factores meteorológicos, podrían justificarse las coincidencias entre los tres árboles que se aprecian en las gráficas, particularmente en las cúpulas e inflorescencias.



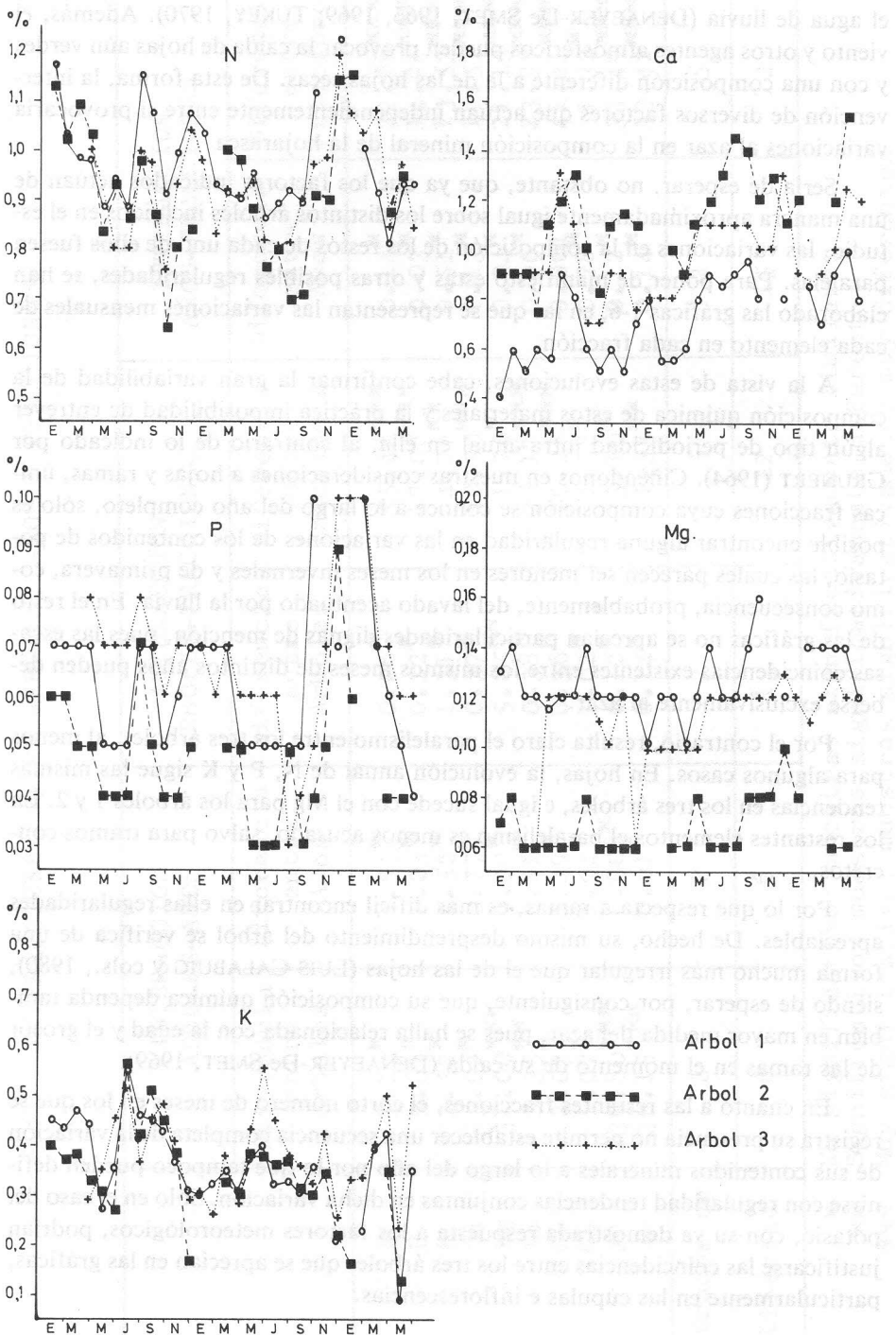


Fig.1a.-Evolución en la composición mineral de hojas.

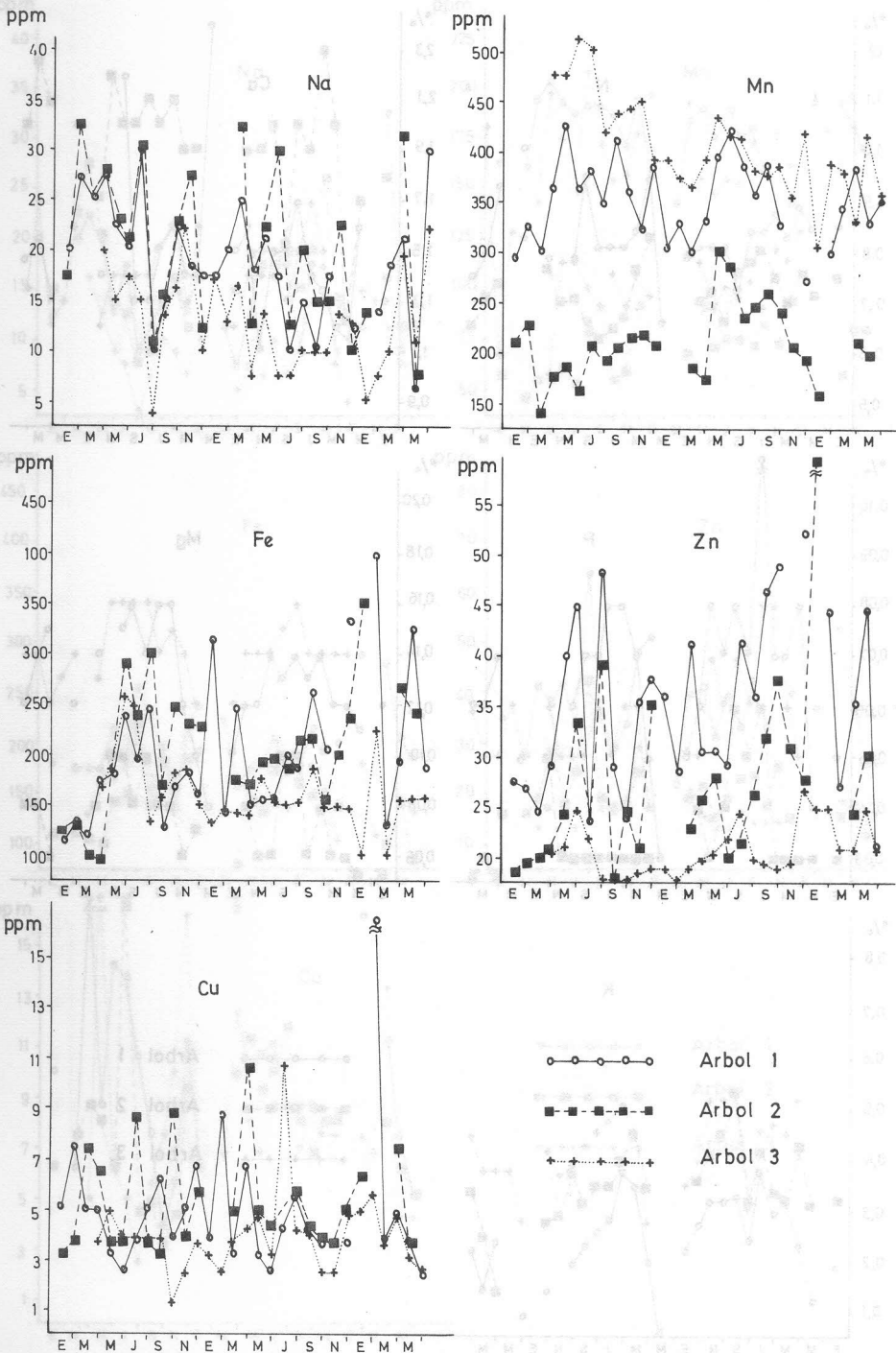


Fig.1b.- Evolución en la composición mineral de hojas.

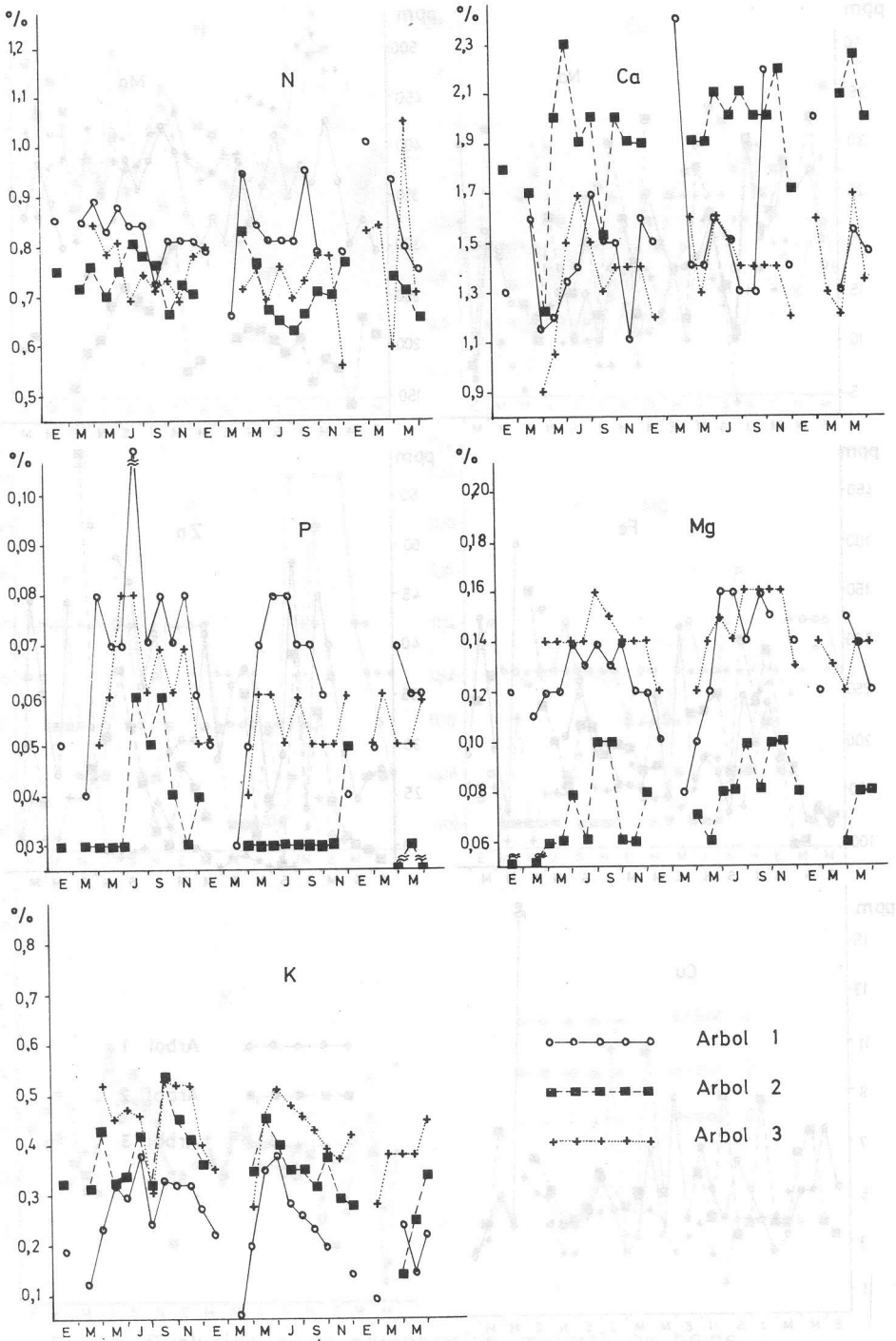


Fig.2a.-Evolución en la composición mineral de ramas.

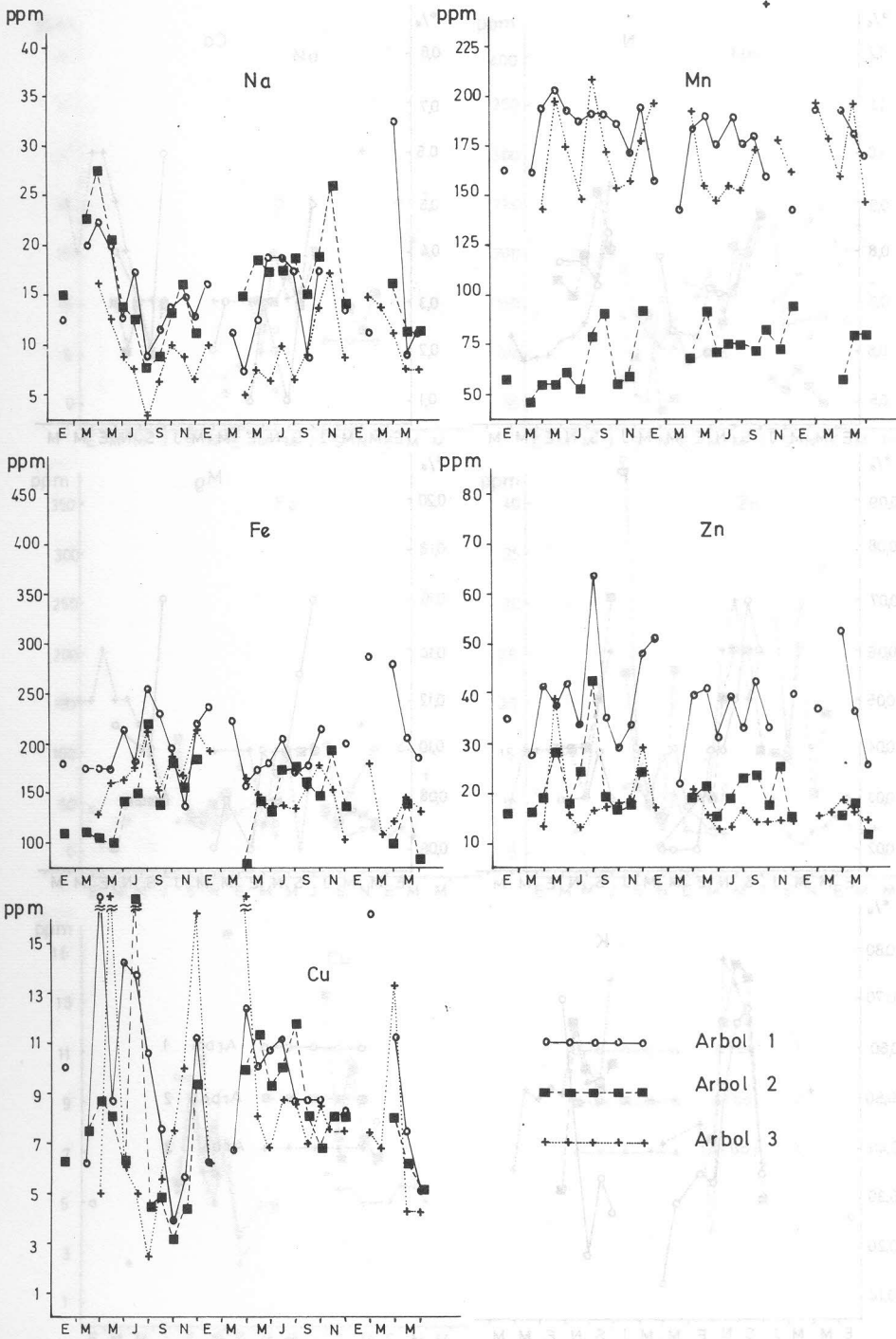


Fig.2b.-Evolución en la composición mineral de ramas.

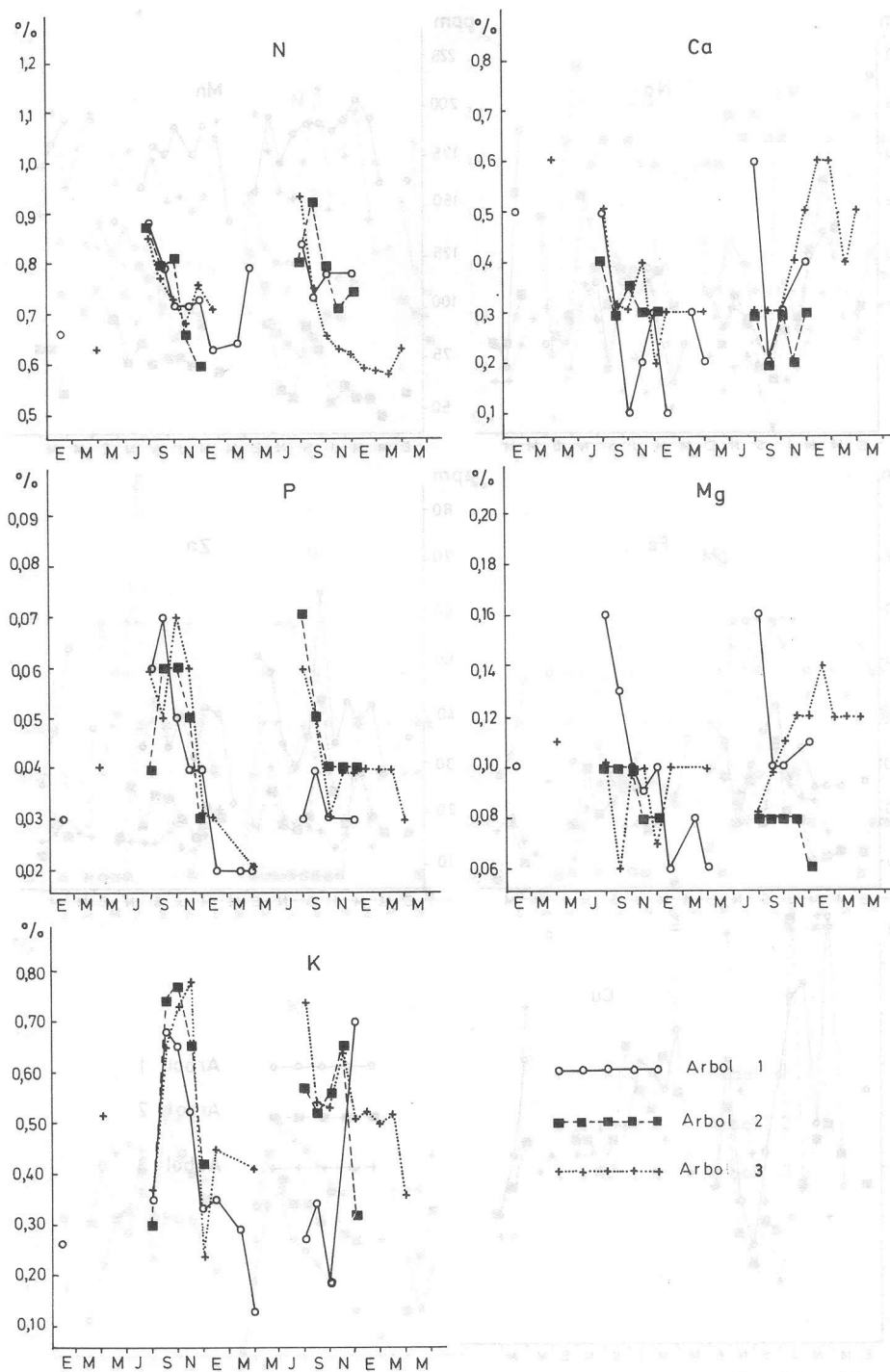


Fig. 3a.-Evolución en la composición mineral de cúspulas.



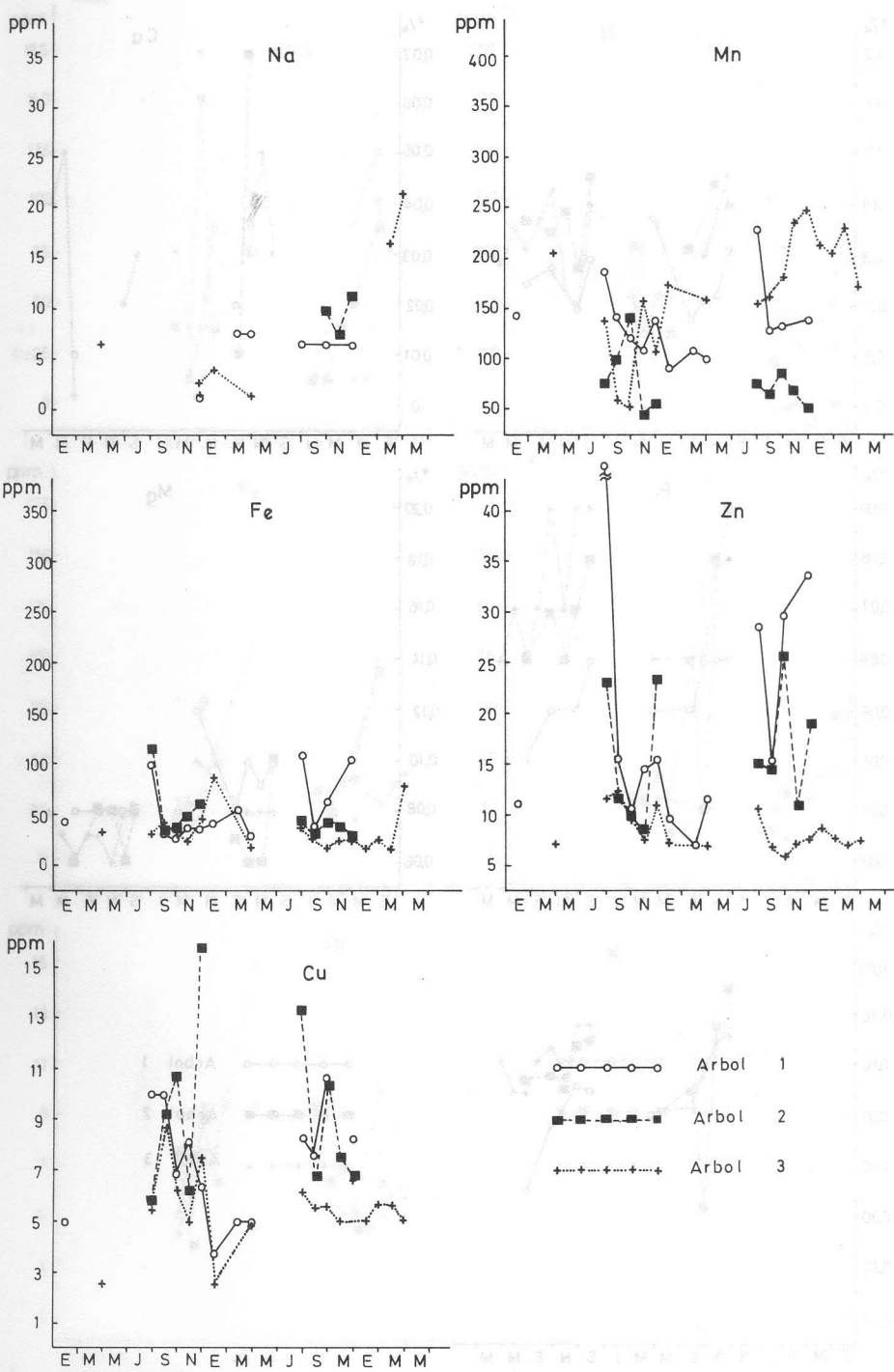


Fig. 3b.-Evolución en la composición mineral de cúpulas.

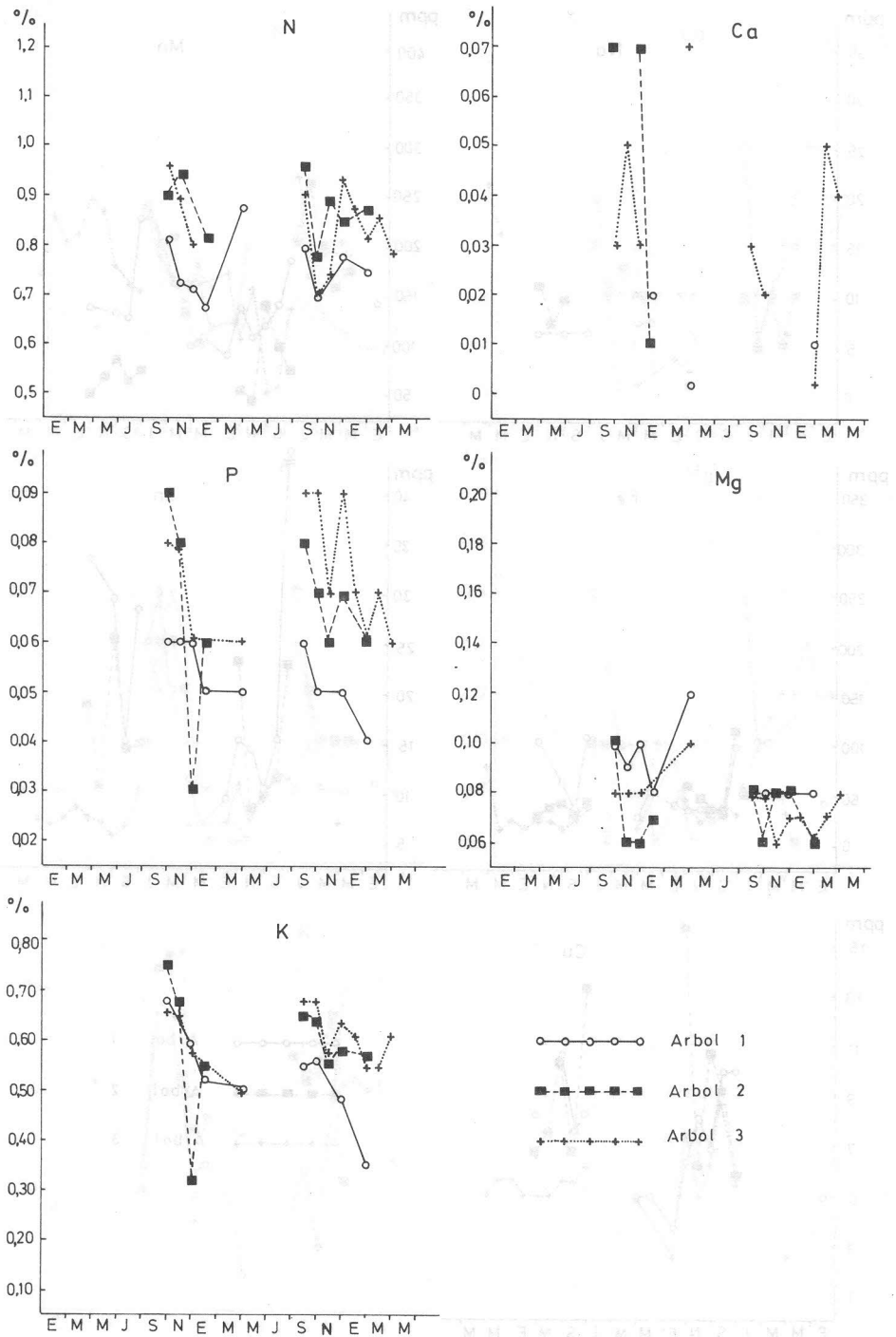


Fig. 4 a.-Evolución en la composición mineral de frutos.

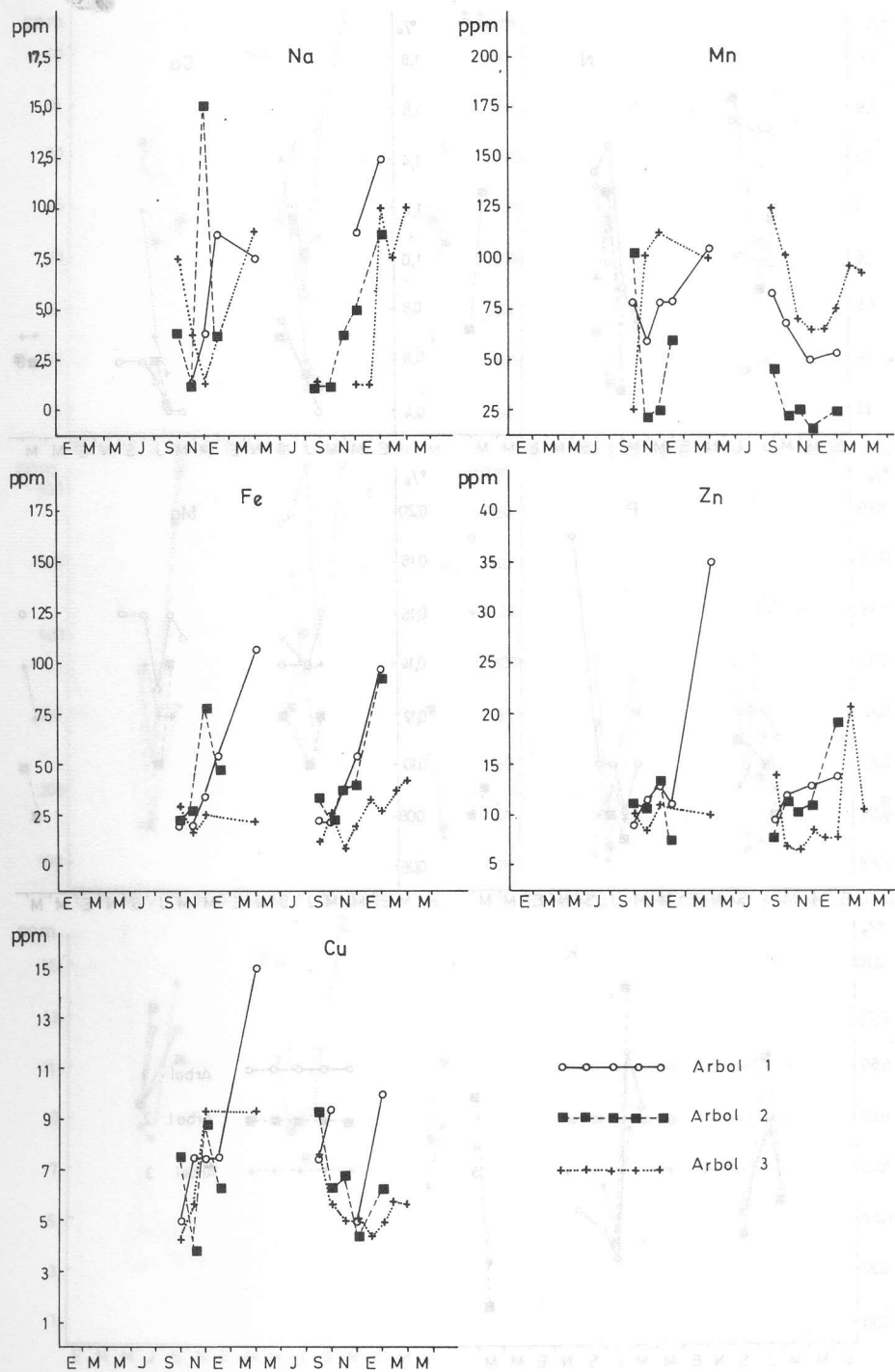


Fig.4 b.-Evolución en la composición mineral de frutos.

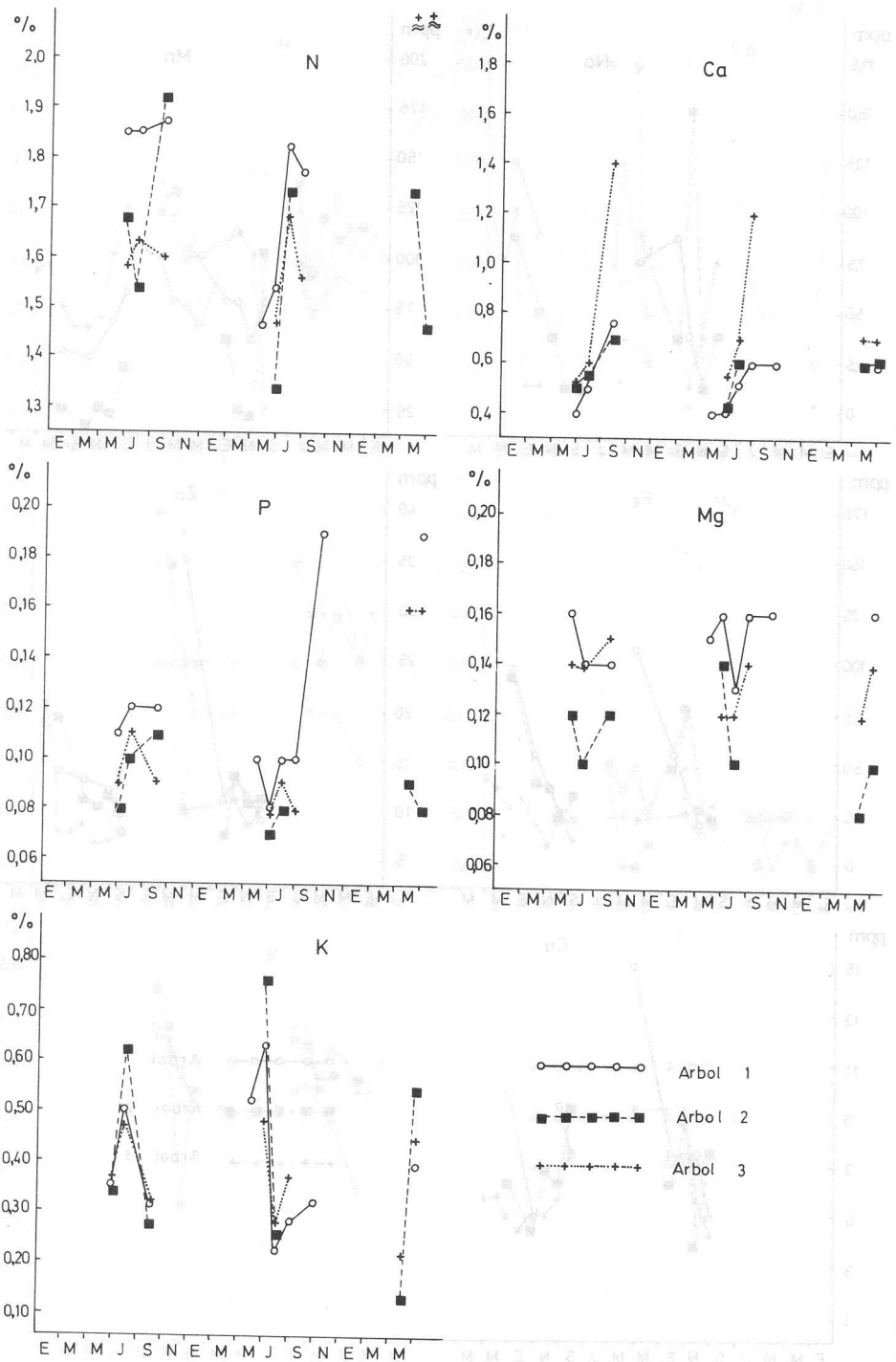


Fig. 5a.- Evolución en la composición mineral de inflorescencias.

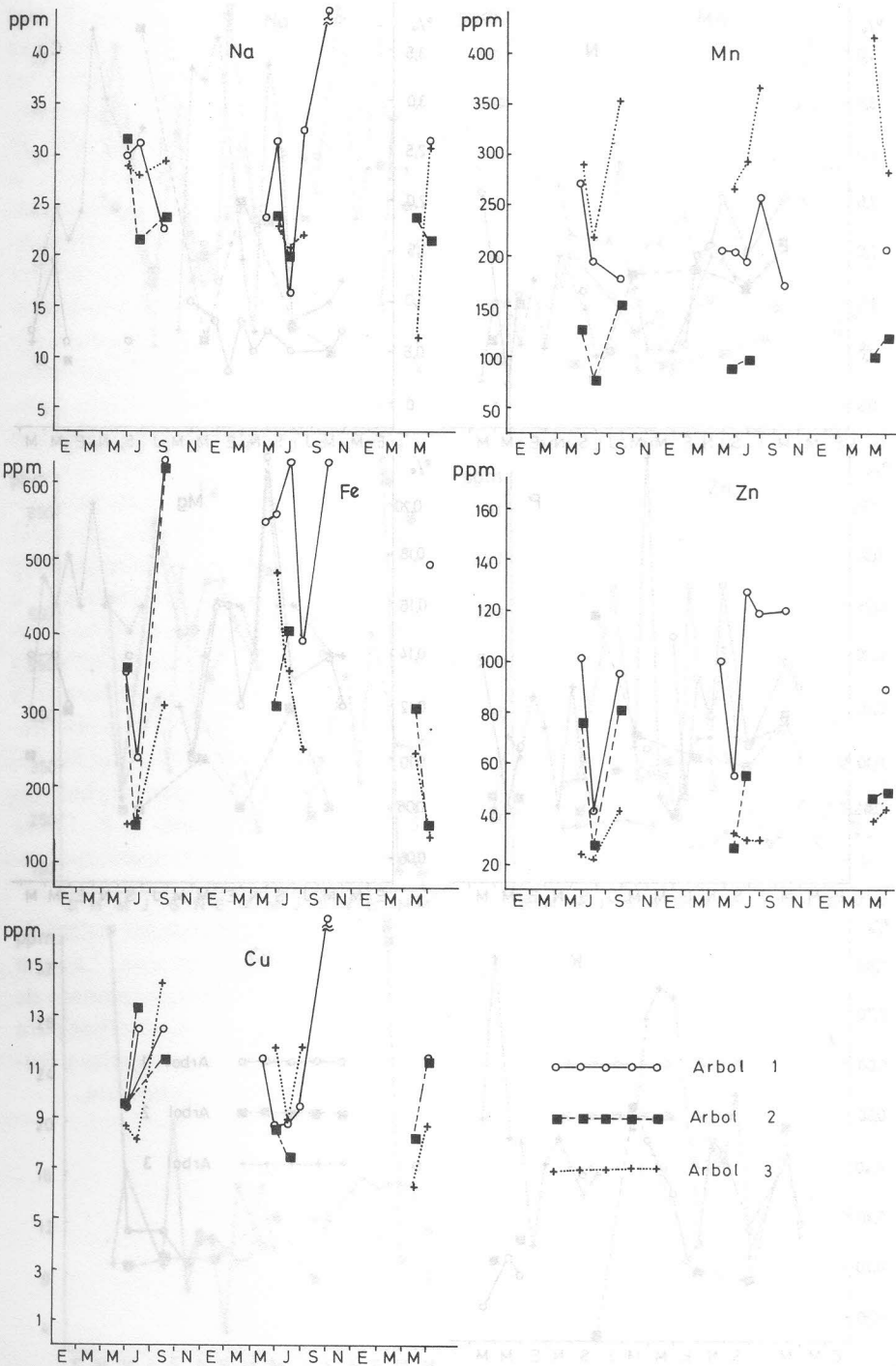


Fig. 5 b. - Evolución en la composición mineral de inflorescencias.



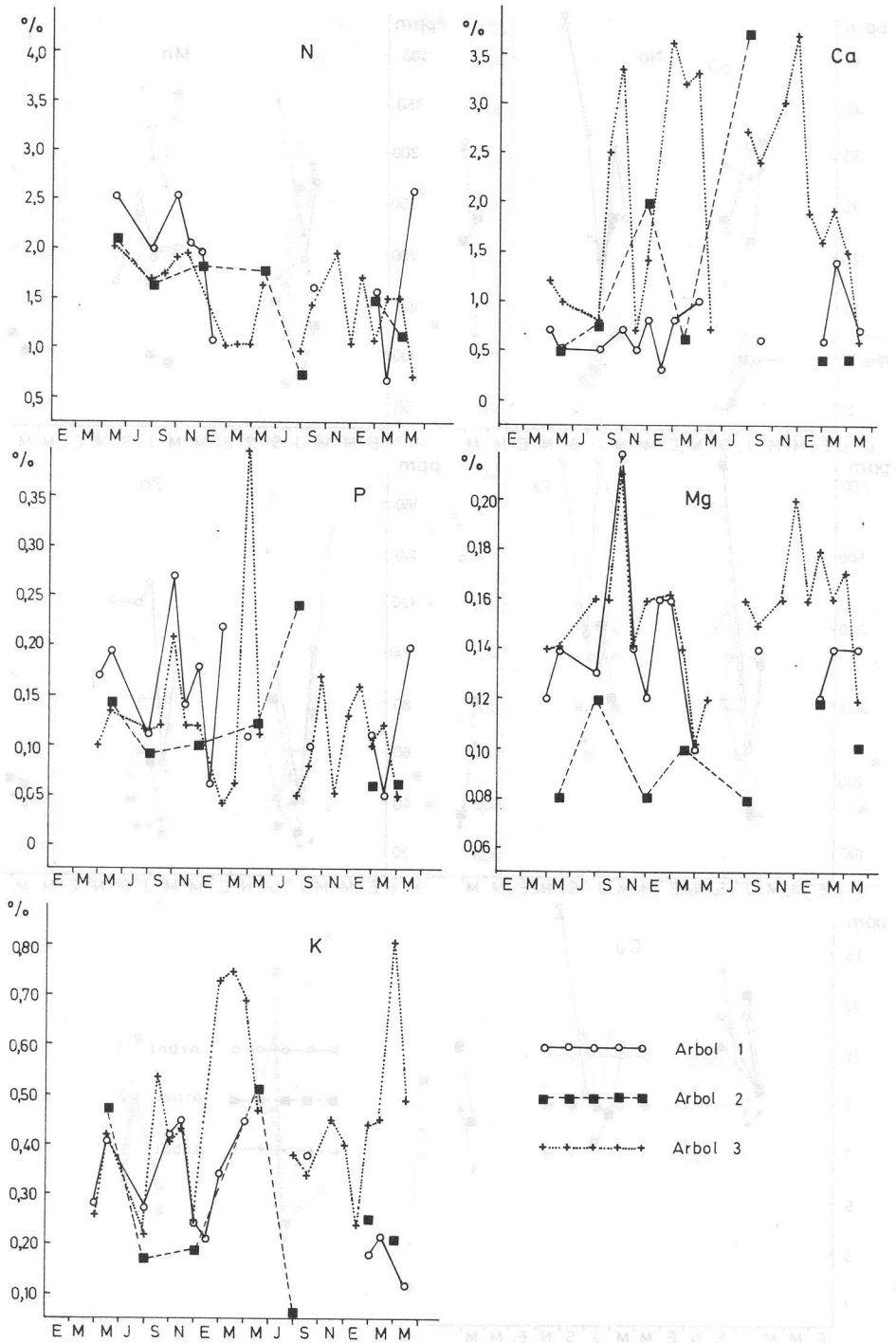


Fig.6a.- Evolución en la composición mineral de la fracción "restos diversos".

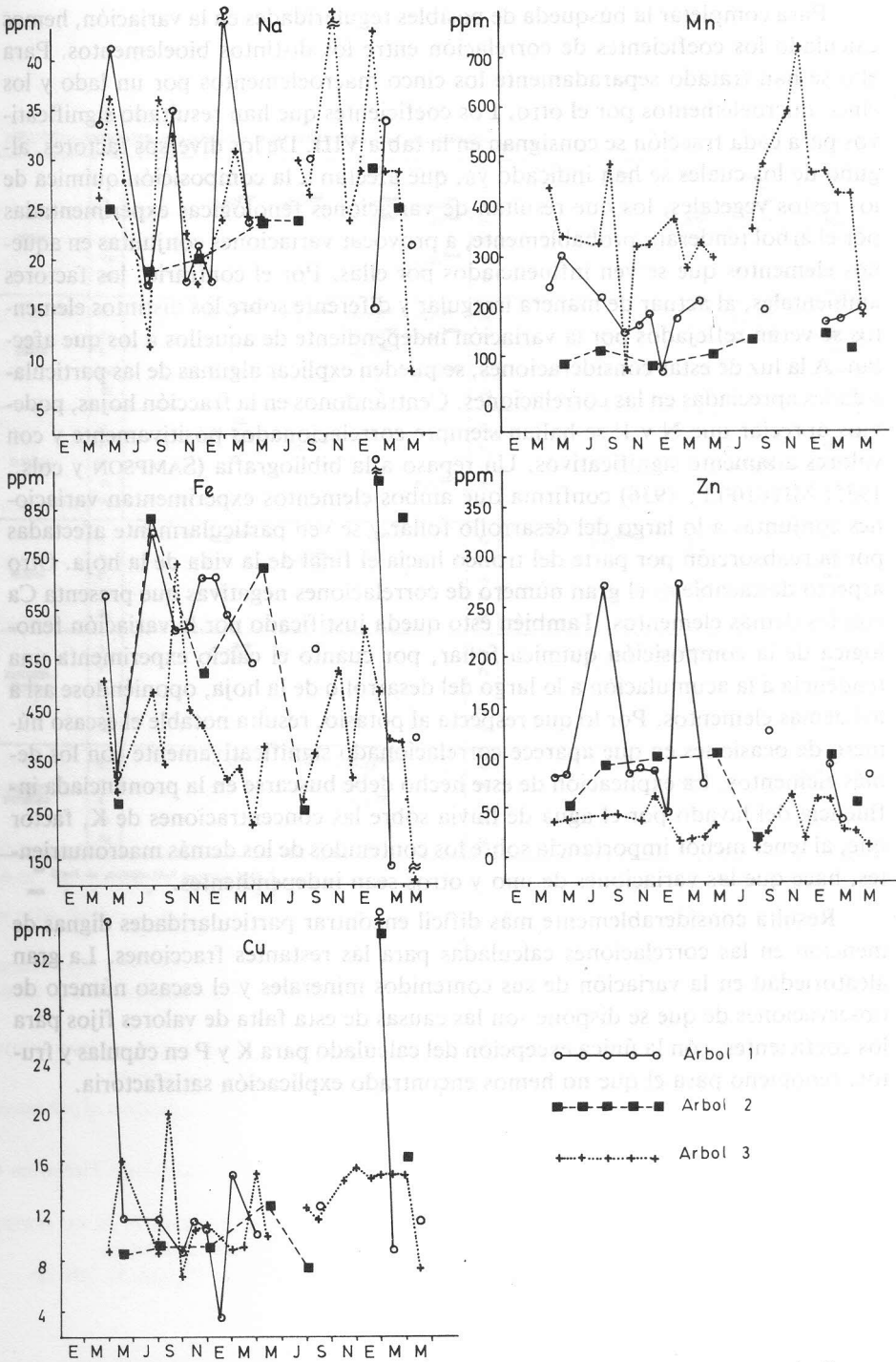


Fig.6b.- Evolución en la composición mineral de la fracción "restos diversos".

Para completar la búsqueda de posibles regularidades en la variación, hemos calculado los coeficientes de correlación entre los distintos bioelementos. Para ello se han tratado separadamente los cinco macroelementos por un lado y los cinco microelementos por el otro. Los coeficientes que han resultado significativos para cada fracción se consignan en la tabla VIII. De los diversos factores, alguno de los cuales se han indicado ya, que afectan a la composición química de los restos vegetales, los que resultan de variaciones fenológicas experimentadas por el árbol tenderán, probablemente, a provocar variaciones conjuntas en aquellos elementos que se ven influenciados por ellas. Por el contrario, los factores ambientales, al actuar de manera irregular y diferente sobre los distintos elementos se verán reflejados por la variación independiente de aquellos a los que afectan. A la luz de estas consideraciones, se pueden explicar algunas de las particularidades apreciadas en las correlaciones. Centrándonos en la fracción hojas, podemos apreciar que N y P se hallan siempre correlacionados positivamente y con valores altamente significativos. Un repaso a la bibliografía (SAMPSON y cols., 1935; MITCHELL, 1936) confirma que ambos elementos experimentan variaciones conjuntas a lo largo del desarrollo foliar y se ven particularmente afectadas por la reabsorción por parte del tronco hacia el final de la vida de la hoja. Otro aspecto destacable es el gran número de correlaciones negativas que presenta Ca con los demás elementos. También esto queda justificado por la variación fenológica de la composición química foliar, por cuanto el calcio experimenta una tendencia a la acumulación a lo largo del desarrollo de la hoja, oponiéndose así a los demás elementos. Por lo que respecta al potasio, resulta notable el escaso número de ocasiones en que aparece correlacionado significativamente con los demás elementos. La explicación de este hecho debe buscarse en la pronunciada influencia del lavado por el agua de lluvia sobre las concentraciones de K, factor que, al tener menor importancia sobre los contenidos de los demás macronutrientes, hace que las variaciones de uno y otros sean independientes.

Resulta considerablemente más difícil encontrar particularidades dignas de mención en las correlaciones calculadas para las restantes fracciones. La gran aleatoriedad en la variación de sus contenidos minerales y el escaso número de observaciones de que se dispone son las causas de esta falta de valores fijos para los coeficientes, con la única excepción del calculado para K y P en cúpulas y frutos, fenómeno para el que no hemos encontrado explicación satisfactoria.

Tabla VIII.- COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE BIOELEMENTOS PARA CADA FRACCION.

		N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
HOJAS	N										
	P	0.58 <sup>NS</sup>									
	K	-0.28 <sup>NS</sup>									
	Ca				-0.37 <sup>NS</sup>						
	Mg					0.45 <sup>NS</sup>					
							Na				
							Fe				
								0.25 <sup>NS</sup>		-0.28 <sup>NS</sup>	
										-0.22 <sup>NS</sup>	0.64 <sup>NS</sup>
RAMAS	N										
	P	0.36 <sup>NS</sup>									
	K	-0.33 <sup>NS</sup>									
	Ca				-0.29 <sup>NS</sup>						
	Mg				-0.59 <sup>NS</sup>	0.25 <sup>NS</sup>					
					-0.26 <sup>NS</sup>						
						-0.54 <sup>NS</sup>					
							Na				
							Fe			-0.28 <sup>NS</sup>	
									0.48 <sup>NS</sup>		0.67 <sup>NS</sup>
											0.33 <sup>NS</sup>
											0.37 <sup>NS</sup>
CUPULAS	N										
	P	0.36 <sup>NS</sup>									
	K										
	Ca			0.69 <sup>NS</sup>							
	Mg					0.69 <sup>NS</sup>					
							Na				
							Fe				
FRUTOS	N										
	P	0.46 <sup>NS</sup>									
	K		0.85 <sup>NS</sup>								
	Ca				0.37 <sup>NS</sup>						
	Mg					0.69 <sup>NS</sup>					
							Na				
							Fe	0.68 <sup>NS</sup>			
									0.51 <sup>NS</sup>		
											0.41 <sup>NS</sup>
											0.73 <sup>NS</sup>
											0.63 <sup>NS</sup>
INFLORES- GENCIAS	N										
	P	0.61 <sup>NS</sup>									
	K										
	Ca										
	Mg										
							Na				
							Fe				
									0.87 <sup>NS</sup>		
											0.73 <sup>NS</sup>
RESTOS DIVERSOS	N										
	P	0.31 <sup>NS</sup>									
	K										
	Ca										
	Mg										
							Na				
							Fe				

NS Nivel de probabilidad superior a 95 %  
 " " " " " " 99 %

## BIBLIOGRAFIA

- CARLISLE, A.; BROWN, A.H.F. and WHITE, E.J. (1967). *The nutrient content of tree stem flow and ground flora litter and leachates in a sessile oak (Quercus petraea) woodland*. J. Ecol. V. 55, 3, 615-627.
- DENEAYER-De SMET, S. (1966). *Recherches sur l'écosystème forêt. La chênaie mélangée calcicole de Virelles-Blaimont. Bilan annuel des apports d'éléments minéraux par les eaux de précipitation sous couvert forestier dans la forêt caducifoliée mélangée de Blaimont*. Bull. Soc. Bot. Belg. 99, 345-375.
- DENEAYER-De SMET, S. (1969). *Recherches sur l'écosystème forêt. La chênaie mélangée calcicole de Virelles-Balimont. Apports d'éléments minéraux par les eaux de précipitation, d'égouttement sous couvert forestier et d'écoulement le long des troncs*. (65, 66, 67). Bull. Soc. Bot. Belg. 102, 345-372.
- DENAAYER-De SMET (1969). *Teneurs en éléments biogènes des tapis végétaux dans les forêts caducifoliées d'Europe. Colloque sur la Productivité des Écosystèmes Forestiers*. UNESCO, P.B.I. Bruxelles.
- DUQUE MACIAS, F. (1971). *Determinación conjunta de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn en plantas*. An. Edaf. Agrobiol. 30, 207-229.
- DUQUE MACIAS, F. y GARCIA CIUDAD, A. (1973). *Estudio de la relación K/Na en el género Trifolium de comunidades seminaturales de la provincia de Salamanca*. Pastos, 3, 2, 100-106.
- GARCIA RODRIGUEZ, A. *Los suelos de la provincia de Salamanca*. Public. del I.O.A.T.O. Salamanca.
- GRUNERT, F. (1964). *Der biologische Stoffkreislauf in Kiefern-Buchen-Mischbeständen und Kiefernbeständen*, C.R.8-C. Int. S. Sol. III, 811-822.
- LEROY, P. (1968). *Variations saisonnières des teneurs en eau et éléments minéraux des feuilles de chênes (Quercus pedunculata)* Ann. Sci. Fôrest. (INRA), 25, 21, 83-117.
- LUIS CALABUIG, E.; ESCUDERO BERIANA, A. y GOMEZ GUTIERREZ, J.M. (1980). *Materiales aportados al suelo por la encina en la zona de dehesas salmantina*. I. *Sustancia seca*. Studia Oecologica (en este volumen).
- MITCHELL, H.L. (1963). *Trends in the nitrogen, phosphorus, potassium and calcium content of the leaves of some forest trees during the growing season*. Black Rock Forest Papers 1, pp. 30-44.
- RAPP, M. (1967). *Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux et d'azote dans un bois de pins d'Alep (Pinus halepensis Mill)*. Oecol. Plant. 2, 4, 325-338.
- RAPP, M. (1969). *Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux dans deux écosystèmes méditerranéens: la forêt de Quercus ilex L. et la garrigue de Quercus coccifera L.* Oecol. Plant. 4, 4, 377-410.
- RAPP, M. (1971). *Cycle de la matière organique et des éléments minéraux dans quelques écosystèmes méditerranéens*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique.
- SAMPSON, A.W. and SAMISCH, R. (1935). *Growth and seasonal changes in composition of oak leaves*. Plant Physiol. 10, 739-751.
- TAMM, C.O. (1951). *Seasonal variation in composition of birch leaves*. Physiologia Plantarum 4, 461-469.
- TSUTSUMI, T. (1969). *Accumulation and circulation of nutrient elements in forest ecosystems*. Productivity of forest ecosystems. Proc. Brussels Symp. UNESCO.
- TUKEY, H.B. (1970). *The leaching of substances from plants*. A. Rev. Pl. Physiol. 21, 305-324.