

CONTENIDO Y EVOLUCION DE 9 ELEMENTOS QUIMICOS EN PIMIENTO PIQUILLO A LO LARGO DE SU DESARROLLO

R. Y. Cavero*, A. Echeverría**, F. Iribarren** y M. L. López*

* *Dpto. de Botánica. Facultad de Ciencias. Universidad de Navarra. 31080 Pamplona.*

** *Servicio de Agricultura y Ganadería. Laboratorio Agrario.
Gobierno de Navarra. Villava.*

RESUMEN

En el presente trabajo se ha estudiado la composición química (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, y Zn) de la planta entera de pimiento Piquillo, a lo largo de todas las fases de su ciclo vital, cultivada sobre suelo agrícola y al aire libre, en dos parcelas distintas, para adquirir un conocimiento básico, útil para posteriores comparaciones en otros estudios aplicados con vistas a la denominación de origen. Así mismo, se han realizado dos análisis completos de los suelos de ambas parcelas. Se ha observado que cerca del 60% de variación de la diversidad del conjunto de los contenidos en elementos a lo largo del ciclo vital, queda explicada por Ca, Mg, Mn, Fe y K; cerca del 18% por Cu, N y P, y aproximadamente un 10% por Zn.

Palabras clave: Elementos Químicos. Pimiento Piquillo.

SUMMARY

CONTENT AND EVOLUTION OF 9 CHEMICAL ELEMENTS IN "PIQUILLO" PEPPER THROUGHOUT ITS DEVELOPMENT

The aim of this paper was to study the chemical composition (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu y Zn) of the whole Piquillo pepper plant throughout its development; our peppers were cultivated on agricultural soil, in the open air on two different plots. This basic study may aid in origin denomination comparative studies. One soil sample from each plot was also fully analysed. 60% of total variation is due to Ca, Mg, Mn, Fe y K contents; 18% to Cu, N y P; and 10% to Zn.

Key words: Chemical Elements. Piquillo pepper.

INTRODUCCION

Desde hace varias generaciones, en cinco municipios de la Ribera de Navarra (Andosilla, Carcar, Lodosa, Mendavia y Sartaguda), y por diversas familias de agricultores, se viene realizando la selección de un pimiento colorado dulce, especialmente adaptado a la conserva. El resultado ha sido un pimiento corto, de diámetro medio.

carne fina, peso bajo, con dos o tres lóculos, forma triangular, ápice agudo y porte colgante: pimientillo del piquillo. Dicho pimientillo ha llegado a ser muy apreciado dentro y fuera de Navarra, tanto que el Gobierno de Navarra decidió, en su día, emprender las acciones conducentes a convertirlo en denominación de origen (B. O. N., núm. 57, 1987).

Como parte de esas acciones, el Gobierno de Navarra, por intermedio del ITG del Cereal, ha tomado sobre sí la tarea que antaño realizaban los agricultores, con el fin de unificar la producción de suficientes semillas seleccionadas, con las que abastecer la siembra de las parcelas incluidas en la denominación de origen (Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, 1986-1987 a y b).

Por otra parte, se nota un creciente interés en el conocimiento del catastro de los elementos químicos en la naturaleza (Lieth y Whittaker, 1975; Markert y Lieth, 1983, 1985, 1987; Lieth y Markert, 1985, 1986 a, 1986 b; Markert y Jayasekera, 1987; Markert, 1988, 1989; Markert y Steinbeck, 1988; Baulcels *et al.*, 1989), posible de realizar gracias a la mejora en las técnicas analíticas disponibles. (David, 1962; Nadkarni *et al.*, 1969; Ohno y Yatazawa, 1970; Bowen, 1979; Hudson *et al.*, 1980; Schnier y Schnug, 1981; Schramel y Klose, 1981; Caroli *et al.*, 1982; Schramel *et al.*, 1982; Schorin y Piccioni, 1984).

Con objeto de contribuir a un mejor estudio del pimientillo del piquillo que se está seleccionando, nos pareció útil aplicar el análisis elemental que se realiza con plantas silves-

tres a este producto hortícola, y ello desde el punto de vista biológico, es decir, a todas las fases de su ciclo vital desarrollado en las condiciones ordinarias de cultivo, sobre suelo agrícola y al aire libre. De este modo, adquiriríamos un conocimiento básico, útil para ulteriores comparaciones en otros estudios aplicados con vistas a la denominación de origen.

Varios autores analizan la composición elemental de algunos órganos del pimientillo, hojas principalmente, con intención de conocer los efectos o la eficacia de la fertilización. Cerdá *et al.* (1976), en una experiencia en campo, estudiaron el efecto de concentraciones crecientes de ClNa en el agua de riego sobre la concentración de algunos nutrientes en la hoja, muestreada a mitad y al final del ciclo vital de tres variedades de pimientillo.

Fernández *et al.* (1981) estudiaron, en invernadero, la interacción salinidad-fertilidad nitrogenada en el cultivo del pimientillo, con el objetivo de conocer la influencia de una fertilización creciente de nitrógeno combinada con varios niveles de salinidad del suelo sobre el rendimiento y sobre la composición mineral de la hoja de pimientillo, tomada en el momento de la fructificación.

Romero *et al.* (1984) en experiencias llevadas a cabo en dos suelos de dos zonas distintas, estudiaron la composición química del fruto, en tres épocas distintas, de tres variedades de pimientillo, así como de la planta entera con el fin de obtener patrones de fertilización conducente a los óptimos de producción y de calidad de fruto.

Alcaraz *et al.* (1985) en experiencias en invernadero y con fertiga-ción, estudiaron la eficacia de diferentes metodologías de control, con la finalidad de seleccionar la más adecuada para el control del suministro de fertilizantes y de los balances de nutrición.

Zornoza y Arozarena (1986) en una experiencia en invernadero y con un sistema hidropónico, estudiaron la composición química de plantas de pimiento, muestreadas en diferentes fases del período reproductivo para el conocimiento de la distribución y evolución de los elementos esenciales en cada uno de los órganos de la planta y así, suministrar información a cerca de los requerimientos nutritivos de esta planta.

Caselles *et al.* (1987) estudiaron la influencia de dos relaciones de NO_3^- NH_4^+ sobre la composición mineral de hojas y tallos de plantas de pimiento cultivadas en hidroponía y en ambiente controlado.

Otros autores han estudiado la composición elemental del pimiento enfocada a temas de contaminación. Torija Isasa y Martínez Rincón (1982) estudiaron el plomo y cadmio como contaminantes en hortalizas frescas procedentes del mercado.

Salinas *et al.* (1982), en invernadero y con disoluciones nutritivas, estudiaron el efecto del boro sobre la composición mineral (concentración de diez elementos) de hojas de pimiento recolectadas en la floración y en la fructificación.

Farré Rovira y Marsá Vila (1983) estudiaron el contenido de cinc, cobre y hierro de productos alimenticios con el objeto de conocer dicho contenido en pimientos frescos procedentes del mercado.

Están *et al.* (1988 a) estudiaron los efectos que produce el cadmio sobre el desarrollo de raíz, tallo y hoja, y sobre el rendimiento, cantidad de fruto, del pimiento cultivado en disoluciones nutritivas y en invernadero, así como sobre los contenidos de varios elementos, además del cadmio, de esos órganos vegetales. Los mismos autores (1988 b), en experiencias similares, estudiaron los efectos del níquel sobre el pimiento.

Zurera-Cosano *et al.* (1989) estudiaron la concentración de seis elementos esenciales, además del cadmio y plomo, tanto en fruto de pimiento cultivado en invernadero, como en el suelo de dicho invernadero.

Por último, hay autores que han realizado estudios básicos sobre la composición química del pimiento. Torija Isasa y Martínez Rincón (1983) estudiaron el hierro, cobre, manganeso y zinc en pimientos rojos, verdes y rojos enlatados, procedentes del mercado, con el objetivo de conocer dichas concentraciones y la influencia de la hojalata sobre la composición del pimiento enlatado.

Sziklai *et al.* (1988) cultivan pimiento en huerta y al aire libre, para estudiar las concentraciones de once elementos en siete partes de la planta de pimiento llegada a la madurez.

Nuestro objetivo es conocer la composición química de la planta entera de una variedad específica de pimiento, analizada a lo largo de todo su ciclo vital, es decir, en ocho etapas biológicamente significativas del mismo, desde semilla de siembra hasta nueva semilla para siembra, pasando por plántula, plan-

ta joven, planta florecida inicial, planta en plena floración, planta con frutos iniciales, planta plena madura, además de frutos completos verdes, colorados y soleados (éstos son los que maduran prematuramente por un golpe de sol). El cultivo se realizó en huerta al

aire libre. Lo que pretendemos es conocer el catastro de la concentración de los elementos químicos en el pimiento y su evolución a lo largo del ciclo vital; en este trabajo damos a conocer los resultados para nueve elementos químicos determinados por absorción atómica.

MATERIAL Y METODOS

El material estudiado ha sido plantas enteras de pimiento Piquillo muestreadas en ocho etapas significativas a lo largo de su ciclo vital, cultivadas en dos parcelas distintas, Cadreita y Sartaguda. Se han analizado también frutos verdes, soleados y colorados de esta variedad. Estas localidades presentan el suelo llamado de vega, muy extendido por la Ribera de Navarra, precisamente el adecuado y el utilizado para los cultivos de pimiento en toda esta Comarca Agrícola. Precisamente en esas parcelas el ITGC está haciendo la selección y producción de semillas de siembra.

La recogida del material vegetal se ha realizado en las fechas y estadio fenológico indicado en la Tabla 1 (las letras de la derecha hacen referencia a las columnas en que aparecen los resultados en las tablas).

Así mismo, se ha recogido, en ambas parcelas, muestras de suelo preparado para recibir las plántulas.

En total, se han recogido veintiuna muestras vegetales y dos muestras de suelo. En cada muestra vegetal se ha determinado, una vez, la concentración de nueve elementos: N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu y Zn; en cada suelo se ha realizado un análisis completo.

A lo largo del cultivo, las parcelas se han abonado siguiendo el uso de la región. En concreto:

Parcela de Cadreita: abonado de fondo con N, P y K. El 20.VI, primer abonado de cobertura con Nitrato Amónico Cálcico e insecticida y fungicida; el 22.VII, segundo abonado de cobertura con Nitrato Amónico Cálcico. El 2.VIII aplicación de insecticida y fungicida.

Parcela de Sartaguda: abonado de fondo con N, P y K. El 25.VI, aplicación de insecticida y fungicida. Del 2 al 9 del VII y 26.VII, primero y segundo abonado de cobertura con Nitrato Amónico Cálcico y correspondiendo con el segundo abonado de cobertura, un tratamiento con insecticida y fungicida.

Las muestras vegetales se han recogido en número suficiente, como para obtener 200 g de polvo; como mínimo se han recogido tres ejemplares en cada muestreo. Cada planta se arrancaba a mano, cuidando de no romper la raíz. Cada muestra se lavó, se fragmentó, y se secó en estufa a 50 °C durante 48 horas. El material seco se trituró en un molino de aros de Tugsteno y el polvo obtenido se volvió a secar a 85 °C, hasta peso constante.

TABLA 1

Fechas y estadio fenológico de recogida del material vegetal.

Día	Período fenológico	Punto
23-II-89	Semilla	A
22-V-89	Plántula de semillero	B
12-VI-89	Planta tomada en campo de cultivo	C
15-VII-89	Planta en inicio de la floración	D
31-VII-89	Planta en plena floración	E
28-VIII-89	Planta en inicio de la fructificación	F
28-VIII-89	Frutos Piquillo verdes	I
28-VIII-89	Frutos Piquillo soleados	J
15-IX-89	Planta con frutos coloreados	G
15-IX-89	Frutos Piquillo coloreados	K
15-IX-89	Frutos Piquillo (sólo carne)	L
16-IX-89	Semillas	H

La mineralización de la muestra vegetal se realizó por vía seca en horno mufla a 450 °C; las cenizas fueron atacadas por ataque ácido de CIH concentrado. El P se ha determinado por el método colorimétrico vanado-molibdico, y la absorbancia se midió espectrofotométricamente a 470 m; el K, por fotometría de llama y se midió a 760 m; el N, por el método Kjeldahl; el Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn por absorción atómica.

Para el análisis completo de suelos, se siguen los métodos oficiales, así: la determinación de P asimilable

se ha realizado por el método Rubia Pacheco, extrayéndolo a pH = 4.5 en solución tampón de acetato-amónico y analizándolo por colorimetría; el Ca y Mg de cambio se ha extraído en solución de acetato-amónico y determinado por absorción atómica; el Na y K de cambio se ha extraído en solución de acetato-amónico y determinado por fotometría de llama.

Los datos los hemos analizado con Técnica Multivariantes: Componentes Principales y Análisis Factorial de Correspondencia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis para las muestras de pimiento correspondientes a la Tabla 1 se dan en la Tabla 2. En ella se observa que atendiendo a las medias del ciclo

vital (\bar{x}), la mayor concentración elemental corresponde al K, seguida de N, Ca, Mg y P (datos similares a Millar, 1964); respecto a los microelementos, el de mayor concentración

TABLA 2

Resultados obtenidos en las muestras vegetales analizadas.

Elemento	Parcela	D A T O S														
		A	B	C	D	E	F	G	H	\bar{X}	Rango	CV	I	J	K	L
% N	Cadr.	3.18	3.36	2.37	3.51	3.73	3.00	2.59	2.88	3.08	1.36	15.0	2.69	2.90	2.64	2.21
	Sart.	3.18	3.36	2.19	3.43	3.45	3.23	2.75	2.90	3.06	1.26	14.1	2.75	3.01	2.61	2.34
	\bar{X}	3.18	3.36	2.28	3.47	3.59	3.11	2.67	2.89				2.72	2.95	2.62	2.27
% P	Cadr.	0.54	0.30	0.17	0.26	0.31	0.30	0.29	0.58	0.34	0.41	41	0.41	0.45	0.40	0.29
	Sart.	0.54	0.30	0.16	0.25	0.26	0.36	0.32	0.59	0.32	0.38	35	0.41	0.44	0.41	0.30
	\bar{X}	0.54	0.30	0.16	0.25	0.28	0.33	0.30	0.58				0.41	0.44	0.40	0.29
% K	Cadr.	1.42	6.81	3.84	4.96	5.91	4.70	3.80	1.04	4.06	5.77	49.6	3.76	3.93	3.51	3.31
	Sart.	1.42	6.81	4.43	5.94	5.51	4.87	3.90	1.07	4.24	5.74	48.5	3.64	3.83	3.45	3.44
	\bar{X}	1.42	6.81	4.13	5.45	5.71	4.78	3.85	1.05				3.70	3.88	3.48	3.37
% Ca	Cadr.	0.07	1.61	1.28	1.55	1.81	0.74	1.15	0.04	1.03	1.77	66	0.16	0.19	0.12	0.53
	Sart.	0.07	1.61	1.25	1.64	1.53	1.48	1.32	0.04	1.12	1.60	59.9	0.13	0.17	0.12	0.08
	\bar{X}	0.07	1.61	1.26	1.59	1.67	1.11	1.23	0.04				0.14	0.18	0.12	0.30
% Mg	Cadr.	0.19	0.43	0.29	0.48	0.46	0.21	0.31	0.17	0.32	0.31	39.4	0.15	0.16	0.13	0.12
	Sart.	0.19	0.43	0.24	0.38	0.40	0.40	0.33	0.20	0.32	0.24	30.3	0.14	0.16	0.13	0.08
	\bar{X}	0.19	0.43	0.26	0.43	0.43	0.30	0.32	0.18				0.14	0.16	0.13	0.10
mgkg ⁻¹ Mn	Cadr.	18	43	36	57	51	43	46	12	38.2	45	41.0	10	13	10	6
	Sart.	18	43	46	43	37	35	28	12	32.7	34	37.9	10	11	9	6
	\bar{X}	18	43	41	50	44	39	37	12				10	12	9.5	6
mgkg ⁻¹ Fe	Cadr.	129	657	684	523	506	260	256	74	386	610	61.2	136	20	115	60
	Sart.	129	657	1136	484	432	308	202	71	427	1065	81.0	134	94	65	49
	\bar{X}	129	657	910	503	469	284	229	72				135	57	90	54
mgkg ⁻¹ Cu	Cadr.	19	6	17	18	22	14	17	50	20.4	44	63.1	15	14	9	3
	Sart.	19	6	10	11	13	13	15	20	13.4	14	34.6	22	28	14	3
	\bar{X}	19	6	13	14	17	13	16	35				18	21	11	3
mgkg ⁻¹ Zn	Cadr.	29	200	23	35	45	33	54	51	58.7	177	98.9	50	52	25	25
	Sart.	29	200	31	31	48	41	37	47	58.0	171	99.7	37	50	35	31
	\bar{X}	29	200	27	33	46	37	45	49				43	51	30	28

es el Fe, seguido del Zn, Mn y Cu, resultados coincidentes con Loué (1988). Por etapas, la concentración mínima de K, Ca, Mg, Mn y Fe aparece en las semillas, a diferencia del P y Cu que presentan la máxima concentración en estos órganos (datos coincidentes con Millar, 1964). En dos momentos del ciclo vital hay un comportamiento casi semejante de los elementos analizados: ligera disminución tras el transplante, ligera elevación con la floración.

La máxima concentración en todos los elementos, excepto en Fe, la encontramos en los pimientos soleados (datos I, J, K Tabla 2) seguidos de los verdes y la mínima, en los pimientos colorados; Zornoza y Arozarena, (1986) para el pimiento verde cv. lamuyo, obtienen resultados análogos a los nuestros respecto a N, P, Mg, K y Mn; difieren en los contenidos de Ca y Fe, que ellos encuentran más altos en su pimiento colorado.

Los datos de las nueve variables, referidas a concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu, en las doce etapas o productos del ciclo vital correspondientes a cada parcela, (doscientos diez y seis resultados

en total) se han sometido al análisis de Componentes Principales. Las tres primeras componentes (Tabla 3) explican el 90% de la varianza originaria. La primera componente (Tabla 4) se apoya casi por igual sobre el Ca, Mg, Fe, Mn y K, y llama la atención la correlación positiva existente entre estos elementos y la correlación negativa entre estos elementos y el P (datos corroborados analizando la matriz de correlación de estas variables); la segunda componente, de importancia tres veces menor que la primera, está dominada por los contenidos en Cu, N, y P; por último, la tercera componente, de importancia aproximadamente cinco veces menor que la primera, se apoya intensamente sobre el contenido en Zn. Proyectando sobre el plano formado por las dos primeras componentes ortogonales los doce estadíos (Tabla 5) se observa que se agrupan en el primer cuadrante, las semillas; en el segundo cuadrante, las plantas que inician la floración o que florecen plenamente; en el tercer cuadrante las plántulas de semillero y planta tomada con las plantas de inicio o plena fructificación, quedando para el

TABLA 3

Análisis de Componentes principales.

Cadreita			Sartaguda		
Componente	% Varianza	Varianza acum.	Componente	% Varianza	Varianza acum.
1	59.32	59.32	1	58.97	58.97
2	18.68	78.01	2	19.10	78.07
3	11.81	89.81	3	9.64	87.71

TABLA 4

Pesos de las variables en las tres componentes.

	Cadreita			Sartaguda		
	1	2	3	1	2	3
N	0.24	0.52	0.19	0.17	-0.66	-0.09
P	-0.31	0.47	0.31	-0.34	-0.42	0.09
K	0.38	-0.18	0.28	0.39	-0.02	0.14
Ca	0.42	-0.01	-0.15	0.42	-0.07	-0.20
Mg	0.40	0.23	-0.08	0.38	-0.32	-0.15
Mn	0.39	0.14	-0.26	0.41	0.00	-0.25
Fe	0.39	0.00	-0.13	0.34	0.28	-0.15
Cu	-0.12	0.63	-0.33	-0.25	-0.36	-0.46
Zn	0.21	0.10	0.75	0.22	-0.26	0.78

último cuadrante (con valores negativos para ambos componentes) los frutos completos y la carne del

fruto. Estas proyecciones son algo diferentes para la parcela de Sartaguda. Sometidos estos mismos datos

TABLA 5

Coordenadas de los distintos estadíos en las dos primeras componentes.

	CADREITA		SARTAGUDA	
	1	2	1	2
A	-2.15	1.16	-2.24	-0.99
B	3.75	0.03	3.82	-1.12
C	1.26	-1.32	2.05	2.91
D	2.85	0.76	2.51	-0.39
E	3.01	1.25	2.18	-0.73
F	0.41	-0.40	1.42	-0.78
G	0.69	-0.42	0.42	0.15
H	-3.00	2.64	-2.74	-0.94
I	-1.62	-0.47	-1.95	0.03
J	-1.63	-0.10	-1.97	-0.96
K	-1.84	-0.94	-1.90	0.65
L	-1.72	-2.21	-1.60	2.16

TABLA 6

Resultados de los analisis standards de las parcelas.

ANALISIS FISICO	CADREITA	SARTAGUDA
% Humedad:	1.04	0.81
% Arena gruesa (2 - 0.2 mm):	0.63	6.03
% Arena fina (0.2 - 0.05 mm):	45.00	50.30
% Arena muy fina (0.05 - 0.02 mm):	23.80	19.20
% Limo (0.02 - 0.002 mm):	18.50	11.20
% Arcilla (<0.002 mm):	12.10	13.30
ANALISIS QUIMICO		
Caliza total (% Ca CO ₃):	48.40	22.80
Caliza activa (% Ca CO ₃):	5.08	3.15
Materia orgánica oxid. %:	0.81	1.26
Nitrógeno t. (% N):	0.05	0.08
Fósforo asim. (% P ₂ O ₅):	0.12	0.29
Potasio asim. (% K ₂ O):	0.08	0.39
Relación C/N:	8.87	9.36
pH (en agua, 1: 2.5):	8.74	8.70
pH (en KCl 0.1 M, 1:2.5):	7.91	7.90
Conduc. (1:1, S m ⁻¹):	0.05	0.05
ANALISIS DEL EXTRACTO DE SATURACION		
Capac. de saturac. (m ³ kg ⁻¹):	287	267
Sulfatos (mol m ⁻³ de SO ₄ ⁼):	3.12	2.48
Cloruros (mol m ⁻³ de Cl ⁻):	3.75	2.12
Carbonatos (mol m ⁻³ de CO ₃ ⁼):	0.00	0.00
Bicarbonatos (mol m ⁻³ de CO ₃ H ⁻):	3.90	5.90
Calcio (mol m ⁻³ de Ca):	4.41	3.62
Magnesio (mol m ⁻³ de Mg):	0.74	0.74
Sodio (mol m ⁻³ de Na):	3.25	1.52
Potasio (mol m ⁻³ de K):	0.34	2.74
R. A. S.:	1.43	0.73
pH:	8.34	8.42
Conductividad (S m ⁻¹):	0.13	0.13
CAPACIDAD DE CAMBIO		
Total (cmol _c kg ⁻¹):	4.53	4.56
Calcio camb. (cmol _c kg ⁻¹):	3.73	3.28
Magnesio camb. (cmol _c kg ⁻¹):	0.43	0.41
Sodio camb. (cmol _c kg ⁻¹):	0.24	0.16
Potasio camb. (cmol _c kg ⁻¹):	0.13	0.71

al análisis Factorial de Correspondencias los resultados son similares, como cabría esperar.

El suelo de las parcelas es Torri-fluvent xérico según los datos de la Tabla 6; el de Cadreita tiene una textura Franca y el de Sartaguda es Franco-arenosa, según el sistema

U.S.D.A. Llama la atención los elevados niveles de P_2O_5 y K_2O ; la baja cantidad de caliza activa respecto a la caliza total y la CIC total menor que la suma de cationes, esto debido a que al haber Ca soluble en el suelo parte de este Ca se mide con el de Cambio.

CONCLUSIONES

La variación de las concentraciones de los nueve elementos a lo largo de doce momentos significativos del ciclo vital del pimiento del Piquillo, cultivado en dos par-

celas, queda explicada: en un 60% por los contenidos en Ca, Mg, Mn, Fe y K; en un 18% por el Cu, N y P, y aproximadamente en un 10% por el Zn.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al ITGC del Gobierno de Navarra que nos ha proporcionado las muestras vegetales y de suelo, y al Departamento de Edafología de la Universidad de Navarra que nos han permitido utilizar sus materiales y nos han asesorado.

BIBLIOGRAFIA

- ALCARAZ, C. F., MARTINEZ-CAÑADAS, M. A., MARTINEZ-SANCHEZ, F. y SEVILLA, F., 1985. Estudio comparativo de metodologías de control nutricional en plantas de pimiento cultivadas en invernadero bajo sistema de riego localizado. *An. Edafol. Agrobiol.*, 44: 1157-1172.
- BAUCELLS, M., CAVERO, R. Y., ROURA, M. and LOPEZ FERNANDEZ, M. L., 1989. Element Concentration Cadasters in *Quercus coccifera* L. In: *Element Concentration Cadaster in Ecosystems*. (Eds.). H. Lieth, B. Markert. 297-301. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- BOLETIN OFICIAL DE NAVARRA, 1987. Reglamento de la denominación de origen "Pimientos del Piquillo de Lodosa" (Navarra). 57: 11-22.
- BOWEN, H. J. M., 1979. *Environmental Chemistry of the Elements*. London-New York. Academic Press.
- CAROLI, S., DELLE FEMMINE, P., ALIMONTE, A., PETRUCCI, F. and VIOLANTE, N., 1982. Applicability of spectroscopic methods to the determination of Aluminium in biological samples. *Spectroscopy Letters*, 15: 211-215.
- CASELLES, J., ZORNOZA, P. y CARPENA, O., 1987. Efecto de la relación NO_3/NH_4 en la composición mineral de plantas de tomate y pimiento cultivadas en ambiente controlado. *An. Edafol. Agrobiol.*, 46: 941-950.
- CERDA, A., CARO, M., FERNANDEZ, F. G. y GUILLEN, M. G., 1976. Influencia de NaCl en el agua de riego sobre la composición mineral de tres variedades de pimiento. 4th International Colloquium on the Control of Plant Nutrition. Gent: 248-258.

- DAVID, D. J., 1962. Determination of strontium in biological materials and exchangeable strontium in soils by atomic absorption spectrophotometry. *The Analyst*, 87: 576-587.
- ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA AGRICOLA, 1986-1987 a. Resultados del proyecto "Selección y mejora del pimiento del Piquillo de Lodosa: influencia ambiental". Inédito. Villava. 119.
- ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA AGRICOLA, 1986-1987 b. Resultados del proyecto "Selección y mejora del pimiento del Piquillo de Lodosa: caracterización". Inédito. Villava. 160.
- ESTAN, M., ROMERO, M. y GUILLEN, M. G., 1988 a. Toxicidad de cadmio en pimiento (*Capsicum annuum*, L.). *Agrochimica*, 32: 141-150.
- ESTAN, M., BOLORIN, M. C. y GUILLEN, M. G., 1988 b. Efectos del níquel en pimiento *Capsicum annuum*, L.). *An. Edafol. Agrobiol.*, 40: 1799-1806.
- FARRE ROVIRA, R. y MARSÀ VILA, M., 1983. Contenido en zinc, cobre y hierro de productos alimenticios. *An. Bromatol.*, 35: 183-188.
- FERNANDEZ, F. G., CARO, M. y CERDA, A., 1981. Interacción salinidad-fertilidad nitrogenada en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*, L.). *An. Edafol. Agrobiol.*, 40: 1799-1806.
- HUDSON, G. M., KAUFMANN, H. C., NELSON, J. W. and BONACCI, M. A., 1980. Advances in the use of PIXE and PESA for air pollution sampling. *Nuclear Instruments and Methods*, 168: 259-263.
- LIETH, H. and WHITTAKER, R. H., 1975. Primary Productivity of the Biosphere. *Ecological Studies*, 14: 339-350.
- LIETH, H. and MARKERT, B., 1985. Concentration cadasters of chemical elements in contrasting ecosystems. *Naturwissenschaften*, 72: 322-324.
- LIETH, H. and MARKERT, B., 1986. Elementkonzentrationskataster für Böden und einige Pflanzen in Walchsee/österreich. *Veröfftl. der Eidg. Tech. Hochschule Zürich*, im Druck.
- LIETH, H. and MARKERT, B., 1986. The establishment of element concentration cadasters for ecosystems (ECCE) in the different vegetation zones of the earth. Research concept for an International Geoecological program to be discussed by the IUBS Committee, 25 s.
- LOUE, A., 1988. Los microelementos en agricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- MARKERT, B., 1988. Interelement correlation in different reference materials. *Fresenius Z Anal. Chem.*, 332: 630-635.
- MARKERT, B., 1989. Distribution of chemical elements in *Vaccinium myrtillus* (blueberry), basic problems for representative sampling of plants for multi-element analysis in ecosystems. *Fresenius Z An. Chem.*, 333: 11-14.
- MARKERT, B. and LIETH, H., 1983. Vergleichende Elementbestimmung in einem ombrogenen und minerogenen System. *Symp. anorg. Analytik in Umweltforschung und Umweltschutz*.
- MARKERT, B. and LIETH, H., 1985. Elementkonzentrationskataster für einige Pflanzen in kontrastierenden Ökosystemen. *Veröffentlichungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Emden*, Band 5. Jahresbericht: 27-56.
- MARKERT, B. and LIETH, M., 1987. Element concentration cadasters in a Swedish biotope. Reference standard for inorganic environmental chemistry. *Fresenius Z An. Chem.*, 326: 716-718.

- MARKERT, B. and JAYASEKERA, R., 1987. Elemental Composition of Different Plant Species. *J. Plant Nutrition*, 10: 783-794.
- MARKERT, B. and STEINBECK, R., 1988. Some aspects of element distribution in *Betula alba*, a contribution to representative sampling of terrestrial plants for multielement analysis. *Fresenius Z. An. Chem.*, 331: 616-619.
- MILLAR, C. E., 1964. Fertilidad del suelo. Ed. Salvat. Barcelona.
- NADKARNI, R. A., FLIEDER, D. E. and EHMANN, W. D., 1969. Instrumental neutron activation analysis of biological materials. *Radiochimica Acta.*, 11: 97-100.
- OHNO, S. and YATAZAWA, M., 1970. Simultaneous determination of arsenic and antimony in soil by neutron activation analysis. *Radioisotopes*, 19: 565-570.
- ROMOJARO, F., GIMENEZ, J. L., LLORENTE, S. y ALCARAZ, C. F., 1988. Consumption of bioelements in red papper crops. AIONP/GERDAT. 531-538.
- SALINAS, R. M., CERDA, A. y FERNANDEZ, F. G., 1982. Efecto del Boro sobre la composición mineral del guisante y pimiento. *An. Edafol. Agrobiol.*, 41: 991-1001.
- SCHNIER, C. and SCHNUG, E., 1981. Spurenelementbestimmung in Pflanzenmaterial mit instrumenteller Neutronenaktivierungsanalyse (NAA) unter besonderer Berücksichtigung des Molybdäns. *Landwirtschaftliche Forschung*, 38: 736-750.
- SCHORIN, H. and PICCIONI, L., 1984. X-ray fluorescence spectrometric analysis of uncontaminated and contaminated tropical plant materials for traces of heavy metals, aus: *Advancas in X-ray analysis*. Herausgegeben von Cohen, Russ, Leyden, Barette und Predecki. Plenum Publishing Corporation, 27: 187-195.
- SCHRAMMEL, P. and KLOSE, B. J., 1981. Direktbestimmung von Cu, Fe, Zn, Ca, Mg und Na im Serum mittels ICP - Emissionsspectralanalyse. *Fresenius Z. An. Chem.*, 307: 26-30.
- SCHRAMMEL, P., KLOSE, B. J. and HASSE, S., 1982. Die Leistungsfähigkeit der ICP-Emissionsspektroskopie zur Bestimmung von Spurenelementen in biologisch-medizinischen und in Umweltproben. *Fresenius Z. An. Chem.*, 310: 209-216.
- SZIKLAI, I. L., ORDOGH, M., MOLNAR, E. and SZABO, E., 1988. Distribution of trace and minor elements in hungarian spice paprika plants. *J. Radioanal. Chem.*, 122: 233-238.

Recibido: 13-9-90.
Aceptado: 22.11-91.