

# Contaminación del pasto con suelo, un aspecto cada día más importante en nutrición animal

MURILLO CARPIO, J. M.; MAZUELAS VELA, C., y BARROSO PAZ, M.

Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto.  
C.S.I.C. Apartado de Correos, 1.052. Sevilla.

## RESUMEN

*Se examina la importancia que puede tener la contaminación del pasto con suelo en algunas zonas de Andalucía Occidental, especialmente en una pradera halófila de la Marisma del Guadalquivir, donde el pasto puede alcanzar con facilidad niveles de Al, Fe y Ti superiores a 3.000 ppm., 1.500 ppm. y 100 ppm., respectivamente. Se trata de un aspecto muy interesante, puesto que en algunas zonas de la Marisma pueden acumularse cantidades apreciables de metales pesados y, además, éstos pueden retener enérgicamente cierto tipo de pesticidas. Por consiguiente, en zonas contaminadas, un animal puede consumir cantidades notables de estas sustancias a través del suelo que se adhiere a las plantas.*

## INTRODUCCIÓN

La contaminación del pasto con suelo es un aspecto muy importante en el campo de la nutrición, ya que bajo ciertas condiciones edafo-climáticas y de manejo de ganado, un animal puede consumir notables cantidades de suelo, superiores, en casos extremos, a 1 Kg. diario (HEALY, 1973). El suelo ingerido puede ac-

tuar como agente donador de elementos minerales e incluso, eventualmente, como medio de retención de algunos de ellos (HEALY y LUDWIG, 1965; HEALY y col., 1970; HEALY, 1968, 1973). Se investiga incluso la relación que puede existir entre la presencia significativa de suelo en la hierba y la aparición de tetania hipomagnesiémica, como consecuencia del incremento notable que puede producirse en la concentración de Al de la dieta, circunstancia que podría reducir la disponibilidad de Ca y Mg (ALLEN y ROBINSON, 1980; ALLEN y col., 1981; CHERNEY y col., 1983; KAPPEL y col., 1983; ROBINSON y col., 1984).

Ahora bien, al margen de su indudable importancia nutricional, la contaminación del pasto con suelo adquiere en nuestros días una nueva dimensión, en ocasiones, posiblemente más importante que la puramente nutricional. Efectivamente, el constante incremento en el uso de aguas de pobre calidad, contaminación de las aguas subterráneas, uso indiscriminado de fertilizantes y la necesidad, cada día más imperiosa, del uso de pesticidas y sustancias afines, entre otros factores, facilitan extraordinariamente la acumulación en el suelo de sustancias ajenas a su naturaleza. Cuando un animal consume cantidades notables de suelo, es evidente que también va a ingerir cantidades importantes de estas sustancias, nocivas en su mayoría, independientemente de que se acumulen o no en las plantas. En Australia, por ejemplo, este tipo de problemas ya estaba siendo investigado en la década de los sesenta a través de estudios cooperativos entre el «Soil Bureau» y el Departamento de Agricultura, y así, HEALY (1968) cita cómo un animal puede llegar a consumir, a través del suelo, cantidades anuales de hasta 5 g. de DDT, o de cualquier otro insecticida que persista en la superficie del suelo tras su aplicación.

El presente trabajo sólo pretende dar un ejemplo de la importancia que puede tener la contaminación del pasto con suelo en algunas zonas representativas de Andalucía Occidental, especialmente en la Marisma del Guadalquivir, donde, con frecuencia, aparecen muy próximas zonas de pasto y cultivo, relativamente cercanas, a su vez, a una importante área minera (CABRERA y col., 1984).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los resultados que aparecen en el presente trabajo corresponden a muestras tomadas en una pradera halófito de la Ma-

risma del Guadalquivir, situada en el término de Villamanrique de la Condesa y tres pastizales situados en las estribaciones del área de Sierras y Colinas del Campo de Gibraltar, uno de ellos correspondiente al término de Medina Sidonia y los dos restantes próximos a Alcalá de los Gazules (BARROSO, 1985). Para el muestreo de la vegetación fueron colocadas 20 estacas numeradas en la pradera halófila de la Marisma del Guadalquivir y otras 10 estacas en cada pastizal del Campo de Gibraltar, realizándose en cada una de ellas una toma mensual de vegetación, durante el período de febrero a julio de los años 1980, 82 y 83 (Marisma) y 80 y 82 (C. de Gibraltar), cortándose la hierba comprendida en 6 círculos de 30 cm. de diámetro, dispuestos al azar dentro de un área circular de aproximadamente 2 m. de radio alrededor de cada estaca. El secado de las muestras se efectuó en estufa de aire forzado (70° C), efectuándose la molienda en micromolino sistema «culatti» (luz de malla de 1 mm.). En ningún caso las muestras fueron descontaminadas antes de su análisis. Los datos de Fe que aparecen en la gráfica 1, son valores medios correspondientes a todas las tomas mensuales (20 en la Marisma y 10 en cada pastizal del C. de Gibraltar), mientras que los de Al., Ti y Fe que aparecen en las tablas I y II corresponden sólo a algunos puntos concretos de todos los muestreados.

Las muestras vegetales fueron calcinadas a 500° C, disolviéndose las cenizas obtenidas con HCl concentrado en caliente (PAECH y TRACEY, 1956). Para el análisis de Al y Ti las cenizas se disolvieron con una mezcla triácida compuesta por 5 ml. de HNO<sub>3</sub> 1:4 (v/v), 5 ml. HClO<sub>4</sub> 1:4 (v/v) y 5 ml HF concentrado (BENNET y col., 1962). La determinación de metales pesados extractables con DTPA se realizó según la técnica de LINDSAY y NORVELL (1978).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un estudio actualmente en curso, sobre la calidad nutricional de diversos pastizales de Andalucía Occidental (HERNÁNDEZ, 1982; BARROSO, 1985), se ha podido comprobar la magnitud que puede alcanzar el grado de contaminación del pasto con suelo. Las tablas I y II recogen los valores de Fe, Al y Ti de la vegetación de algunos de los puntos muestreados en estos pastizales. Aunque el Ti es el elemento que mejor detecta la contaminación del pasto con suelo (CHERNEY y ROBINSON, 1983), contenidos muy

TABLA I.

CONTENIDOS DE Al, Fe y Ti EN DIVERSAS MUESTRAS PROCEDENTES DE LA PRADERA HALOFITA DE LA MARISMA DEL GUADALQUIVIR

Fecha		Al <sup>1</sup>	Fe <sup>2</sup>	Ti <sup>1</sup>
Abril	83	450,0	276,0	< 100
Mayo	83	900,0	351,4	< 100
Junio	83	1160,0	711,5	< 100
Febrero	83	1650,0	854,0	< 100
Febrero	83	2250,0	1315,0	115,3
Abril	83	2685,0	1443,5	125,5
Febrero	83	3780,0	1688,9	175,5
Mayo	83	3990,0	2033,3	180,0
Junio	83	5660,0	3583,5	225,0

<sup>1</sup> Disolución de cenizas con mezcla triácida (Bennet y col., 1962).

<sup>2</sup> Disolución de cenizas con HCl (Paech y Tracey, 1956).

TABLA II.

CONTENIDOS DE Al, Fe Y Ti DE DIVERSAS MUESTRAS PROCEDENTES DE LAS ESTRIBACIONES DEL AREA DE SIERRAS Y COLINAS DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Fecha		Al <sup>1</sup>	Fe <sup>2</sup>	Ti <sup>1</sup>
Abril	82	50,0	105,0	< 100
Abril	82	105,0	150,0	< 100
Febrero	82	235,0	200,0	< 100
Junio	82	250,0	112,5	< 100
Abril	82	255,0	180,0	< 100
Julio	82	265,0	132,5	< 100
Abril	82	305,0	130,0	< 100
Julio	82	495,0	145,0	< 100
Mayo	82	495,0	145,0	< 100
Mayo	82	505,0	200,0	< 100
Julio	82	535,0	190,0	< 100
Febrero	82	785,0	360,0	< 100
Abril	82	935,0	376,4	< 100
Febrero	82	1900,0	1025,0	< 100
Febrero	82	2590,0	1368,0	114,5
Abril	82	3435,0	1665,3	172,0
Febrero	82	4405,0	1530,0	192,0

<sup>1</sup> Disolución de cenizas con mezcla triácida (Bennet y col., 1962).

<sup>2</sup> Disolución de cenizas con HCl (Paech y Tracey, 1956).

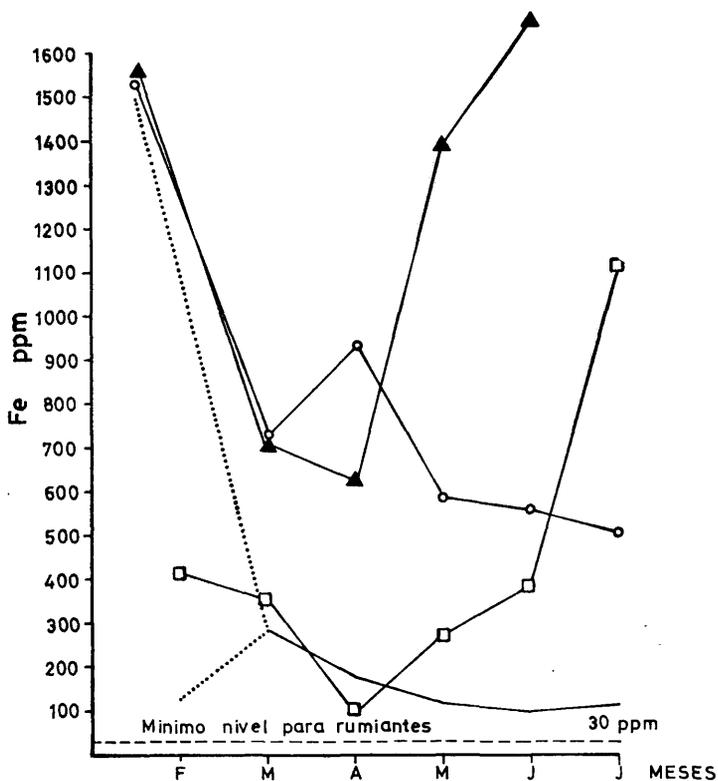
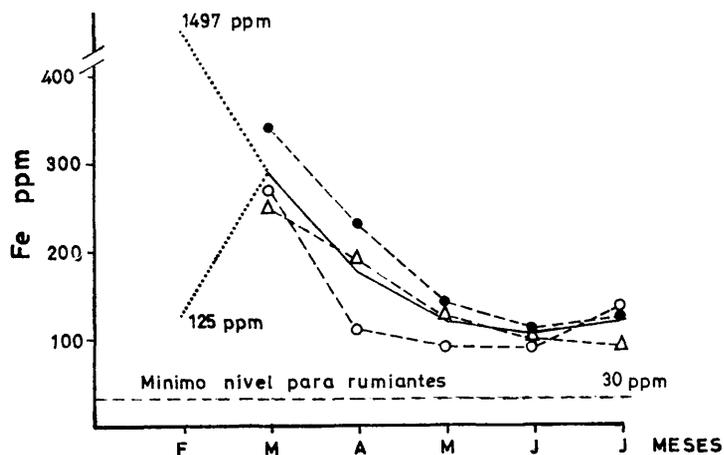
altos de Al y Fe también pueden poner en evidencia esta circunstancia, puesto que salvo algunas plantas que acumulan cantidades altas de Al (CHERNEY y col., 1983), los contenidos más usuales oscilan en un intervalo de 50-200 ppm. (JONES, 1961). En cuanto al Fe, niveles entre 100 y 200 ppm. son frecuentes en plantas pasícolas (CHERNEY y col., 1983). Por consiguiente, la aparición de valores muy altos de Fe y Al debe ser atribuida, en principio, a la presencia de suelo en la muestra. Este es el caso, por ejemplo, de la mayoría de los puntos de muestreo que aparecen en las tablas I y II.

Puede comprobarse que la contaminación del pasto con suelo es un parámetro bastante aleatorio, puesto que en un mismo pastizal pueden aparecer, al mismo tiempo, valores muy diferentes de Fe, Al o Ti. Sin embargo, parece ser más frecuente en determinadas épocas del año, según pone de manifiesto la figura 1, donde se muestra la evolución de los contenidos medios de Fe de la hierba de la pradera halófito de la Marisma del Guadalquivir (años 1980, 1982 y 1983, gráfico inferior) y de los tres pastizales de las estribaciones del área de Sierras y Colinas del Campo de Gibraltar (valores medios entre 1980 y 1982, para cada pastizal), así como la media global entre ellos (gráfico superior).

Puede comprobarse que, efectivamente, en el caso de la pradera halófito, los valores más altos aparecen en las fases inicial y final del período de pastoreo (meses de febrero, mayo, junio y julio). La explicación más lógica parece radicar en la existencia de una menor disponibilidad de hierba en ambas fases y en la frecuencia de lluvias que caracteriza al período otoño-invernal, que ocasionan numerosas salpicaduras. Por el contrario, en los pastizales de las estribaciones del Campo de Gibraltar, la contaminación del pasto con suelo no parece ser muy importante al final del período de pastoreo, debido quizás a que en este área la disponibilidad de hierba es todavía alta en verano. Todo ello concuerda perfectamente con las indicaciones de HEALY (1973).

Las condiciones edafo-climáticas más extremas de la Marisma del Guadalquivir facilitan la contaminación del pasto con suelo. Efectivamente, la dispersión de valores de Fe obtenidos en esta zona impide considerar una media global para los tres años estudiados, como se hace para las estribaciones del Campo de Gibraltar (años 1980 y 1982), aunque también en este caso la contaminación del pasto no permite considerar un valor medio para el mes de febrero (Fig. 1, gráfico superior), habiéndose representado solamente, a título orientativo, el valor medio correspon-

## HIERRO



Evolución de los contenidos medios de Fe de la vegetación de los pastos de las estribaciones del Campo de Gibraltar (1980 y 1982, gráfico superior) y su comparación con la evolución registrada en la pradera de la Marisma (●Pastizal 1, ○ Pastizal 2, Δ pastizal 3; — media para las estribaciones del C. de Gibraltar; Pradera de la Marisma, □, 1980; ○ 1982 y ▲ 1983).

diente a 1980, 125 ppm., y a 1982, 1.497 ppm. Esos datos ponen en evidencia las diferencias tan acusadas que se pueden producir de unos años a otros en el grado de contaminación con suelo.

Por otra parte, puede comprobarse que los contenidos de Fe de la vegetación de la pradera halófila son superiores en 1982 y 1983. Hay que tener en cuenta que 1980, anormalmente seco, se caracterizó por un predominio acusado de gramíneas, mientras que en 1982 y 1983 fueron muy abundantes las leguminosas, plantagináceas y otras plantas (BARROSO, 1985), especies que presentan más superficie susceptible de ser contaminada.

Por consiguiente, no es extraño que sea durante estos dos años cuando aparezcan los valores más altos de Fe, sensiblemente superiores a los de las especies más representativas de la zona (BARROSO, 1985). Los valores de Al registrados en algunos puntos de la pradera halófila de la Marisma (año 1983, tabla I) corroboran todo cuanto se acaba de afirmar.

Los resultados expuestos hasta el momento ponen en evidencia que, en las zonas estudiadas, especialmente en la pradera de la Marisma del Guadalquivir, el ganado puede consumir cantidades importantes de suelo. Basta tener en cuenta que, por ejemplo, el substrato de la pradera halófila posee un contenido de Al total próximo a 5 %. De esta forma, un nivel medio de Al en la dieta de 2.500 ppm. (se han detectado valores superiores a 5.000 ppm., tabla I) implicaría un consumo diario de suelo de, aproximadamente, 50 g. por cada kilogramo de materia seca ingerida.

En una zona como la Marisma del Guadalquivir, este dato es realmente importante. Efectivamente, parte de este área salina se

TABLA III.

CONTENIDOS DE METALES PESADOS\* EN SEDIMENTOS DE LOS LUGARES DE MUESTREO 24 A 27.

Zona de muestreo	24	25	26	27
	(mg. Kg <sup>-1</sup> )			
Contenido de metales				
Fe	36,000	31,900	35,250	11,900
Cu	40	50	40	0
Mn	660	490	660	90
Zn	110	111	100	—

\* Según Cabrera y col. (1984). Los datos se refieren a contenidos totales.

ha visto siempre afectada, hasta su encauzamiento actual entre diques, por los desbordamientos del Guadiamar, río que arrastra metales pesados derivados de los depósitos de sulfuros polimetálicos y de las escombreras situadas en el área de minas de Aznalcóllar (SOLDEVILLA y col., 1983; CABRERA y col., 1984). CABRERA y col. (1984) han comprobado que sedimentos tomados en ambas márgenes del río, en las proximidades de Doñana (margen derecha del Guadalquivir, puntos 24, 25 y 26, tabla III) poseen cantidades de metales pesados muy superiores a las de suelos y sedimentos de otra zona de la Marisma que siempre estuvo fuera de la influencia de este río (punto 27, tabla III). Si, como se pretende actualmente, el agua del Guadiamar vuelve a inundar de forma indiscriminada las Marismas de Doñana, continuarán acumulándose metales pesados en estos suelos, con lo que muchos animales pueden ingerirlos en cantidades notables.

Por otra parte, la tabla IV muestra el contenido de metales pesados extractables con DTPA, de algunos puntos muestreados en la Marisma del Guadalquivir, donde también se comprueba que las zonas 2, 9 y 11, más cercanas al Guadiamar, son las que tienen niveles mayores. Las tres zonas son pastoreadas actualmente por ganado vacuno.

TABLA IV.

CONTENIDO DE METALES PESADOS (ppm) EXTRACTABLES CON DTPA EN DIVERSOS PUNTOS DE LA MARISMA DEL GUADALQUIVIR (Capa arable).

Zona	Fe	Mn	Zn	Cu	Cd	Co
1	18,0	18,5	1,1	5,7	< 0,1	0,2
2	20,0	42,6	9,0	15,0	0,3	0,3
3	11,5	26,0	9,0	5,3	—	—
4	25,0	22,5	3,5	4,8	—	—
5	17,5	18,0	1,9	3,5	—	—
6	12,5	13,5	0,9	3,1	< 0,1	0,15
7	11,0	19,5	0,5	2,1	< 0,1	0,1
8	14,5	20,0	1,5	3,5	—	—
9	36,5	20,0	3,5	6,8	0,1	0,2
10	20,5	18,5	0,9	2,2	—	—
11	30,5	34,2	12,0	24,0	0,5	0,2

Otro aspecto importante a tener en cuenta radica en la facilidad con que estos suelos, arcillosos, parecen retener pesticidas, según se deduce de los trabajos de HERMOSIN y col. (1980). Estos autores han comprobado que la fracción arcilla de un suelo de

la Marisma del Guadalquivir alcanza una adsorción máxima del pesticida clordimeform casi de 0,5 mmol./g., con un porcentaje de desorción del 70 %. Ello supone una retención notable, a pesar de que el suelo presentaba un contenido comparativamente bajo de montmorillonita, mineral de la arcilla que retiene las mayores cantidades del pesticida. Los resultados de HERMOSIN y col. (1980) aparecen en la tabla V siendo S-3 la muestra procedente de la Marisma del Guadalquivir.

TABLA V.

COMPOSICION MINERALOGICA, ADSORCION MAXIMA Y DESORCION DE CLORDIMEFORM EN LAS FRACCIONES ARCILLOSAS DE LOS SUELOS \*

Muestra	Composición mineralógica (%)			Adsorción máxima mmol/g	Desorción (%)
	Montll.	Ilita	Caolinita		
S <sub>1</sub>	70	23	7	0,64	47
S <sub>2</sub>	20	70	10	0,49	68
S <sub>3</sub>	8	80	12	0,46	71

\* Según Hermosín y col. (1980).

Como indican los autores, son hechos de gran importancia desde el punto de vista de la contaminación de los suelos, pues este tipo de pesticidas, una vez adsorbidos, quedarían retenidos en el suelo como «residuos no eliminables», al menos a corto plazo, especialmente en suelos ricos en montmorillonita. En este sentido cabe indicar que en la Marisma del Guadalquivir también se han encontrado contenidos de montmorillonita superiores al referido por HERMOSÍN y col. (1980) (MORENO y col., 1980). Este tipo de estudios no hace más que corroborar la llamada de atención realizada por HEALEY (1973) acerca del consumo importante de DDT y sustancias afines que puede efectuar un animal con el suelo que se adhiere a la hierba.

Todos los datos presentados ponen en evidencia la importancia que puede tener en nutrición animal la contaminación del pasto con suelo. En este sentido, siempre se deben tener en cuenta las características de las áreas que rodean a cualquier zona de pastos (agricultura, industria, etc.) y las posibles vías de conexión que puedan existir entre ellas.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, V. G. y ROBINSON, D. L. 1980. Occurences of Al and Mn in grass tetany cases and their effects on the solubility of Ca and Mg in vitro. *Agron. J.* 72, 957-960.
- ALLEN, V. G., ROBINSON, D. L. y HEMBRY, F. G. 1981. Aluminium is linked to grass tetany. Better crops with plant food. Spring, 14-16.
- BARROSO, M. 1985. Estudio comparativo de la Fracción Mineral de Diversas Praderas de Andalucía Occidental. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- BENNET, H. EARDLEY, R. P., HAWLEY, W. G. y THWAITES, I. 1962. Routine control analysis of high-silica and aluminosilicate materials. *Trans. Brit. Ceram. Soc.* 61, 636-666.
- CABRERA, F., TOCA, C. G., DÍAZ, E. y ARAMBARRI, P. DE., 1984. Acid mine-water and agricultural pollution in a river skirting the Doñana National Park (Guadimar river, south west Spain). *Water Res.*, 18, 12, 1469-1482.
- CHERNEY, J. H. y ROBINSON, D. L. 1983. A comparison of plant digestion methods for identifying soil contamination of plant tissue by Ti analysis. *Agron. J.*, 75, 145-147.
- CHERNEY, J. H., ROBINSON, D. L., KAPPEL, L. C., HEMBRY, F. G. y INGRAHAM, R. H. 1983. Soil contamination and elemental concentrations of forages in relation to grass tetany. *Agron. J.*, 75, 447-451.
- HEALY, W. B., 1968. Ingestion of soil by dairy cows. *N.Z.J. Agric. Res.*, 11, 487-499.
- HEALY, W. B. 1973. Nutritional aspects of soil ingestion by grazing animals. En: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*, BUTLER, G. W. y BAILEY, R. W. (Ed.), 1, 13, 567-588, Acad. Press. Londres.
- HEALY, W. B. y LUDWIG, T. G. 1965. Wear of sheep's teeth. I. The role of ingested soil. *N.Z.J. Agric. Res.*, 8, 737-752.
- HEALY, W. B., MC CABE, W. J. y WILSON, G. F. 1970. Ingested soil as a source of microelements for grazing animals. *N.Z.J. Agric. Res.*, 13, 503-521.
- HERMOSIN, M. C., MAQUEDA, C. y PÉREZ RODRÍGUEZ, J. L. 1980. Estudio de la adsorción de clordimeform en suelos. III Congreso Nacional de Química (Química Agrícola y Alimentaria). Vol II. 381-387. Sevilla.
- HERNÁNDEZ, J. M., 1982. Estudio Comparativo de la Fracción Orgánica de Diversas Praderas de Andalucía Occidental. Tesina de Licenciatura. Universidad de Sevilla.
- JONES, L. H. P. 1961. Aluminum uptake and toxicity in plants. *Plant and Soil* 14, 297-310.
- KAPPEL, L. C., YOUNGBERG, H., INGRAHAM, R. H., HEMBRY, F. G., ROBINSON, D. L. y CHERNEY, J. M. 1983. Effects of dietary aluminum or magnesium status of cows. *Am. Jour. Vet. Res.*, 44, 5, 770-773.
- LINDSAY, W. L. y NORVELL, W. A., 1978. Development of a DTPA soil test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42, 421-428.
- MORENO, F.; ARRÚE, J. L.; MURILLO, J. M.; PÉREZ RODRÍGUEZ, J. L. y MARTÍN, J., 1980. Mineralogical composition of clay fraction in marsh soils of SW. Spain. *Pol. J. Soil Sci.* 13, 1, 65-72.
- PAECH, K. y TRACEY, M. V. 1956. *Modern Methods of Plant Analysis Vol. I*, Springer-Verlag. Berlín.

- ROBINSON, D. L., HEMKES, O. J. y KEMP, A. 1984. Relationships among forage aluminum levels, soil contamination on forages, and availability of elements to dairy cows. *Neth. J. Agric. Sci.*, 32, 73-80.
- SOLDEVILLA, M.; DÍAZ, E.; CABRERA, F. y ARAMBARRI, P. 1983. Relaciones agua-sedimento-vegetación en un río minero (río Guadamar) *Actas V Cong. Nac. Quim. y Tecn. Agua. (ANQUE)*. Vol. III, 607-615. Puerto de la Cruz. Tenerife.

#### SUMMARY

##### SOIL CONTAMINATION OF FORAGE, AN ASPECT INCRISINGLY IMPORTANT IN ANIMAL NUTRITION

Soil contamination of forage in some grazed pastures of Andalusia has been studied. Contamination of herbage is especially high in the pasture studied from the Guadalquivir River marsh. Levels of Al, Fe and Ti higher than 3000, 1500 and 100 ppm can be frequently found in this pasture. This aspect is very important because heavy metals and pesticides can be accumulated in some marsh soils, and so, cattle can intake noticeable amounts of these substances with the soil adhered to herbage.