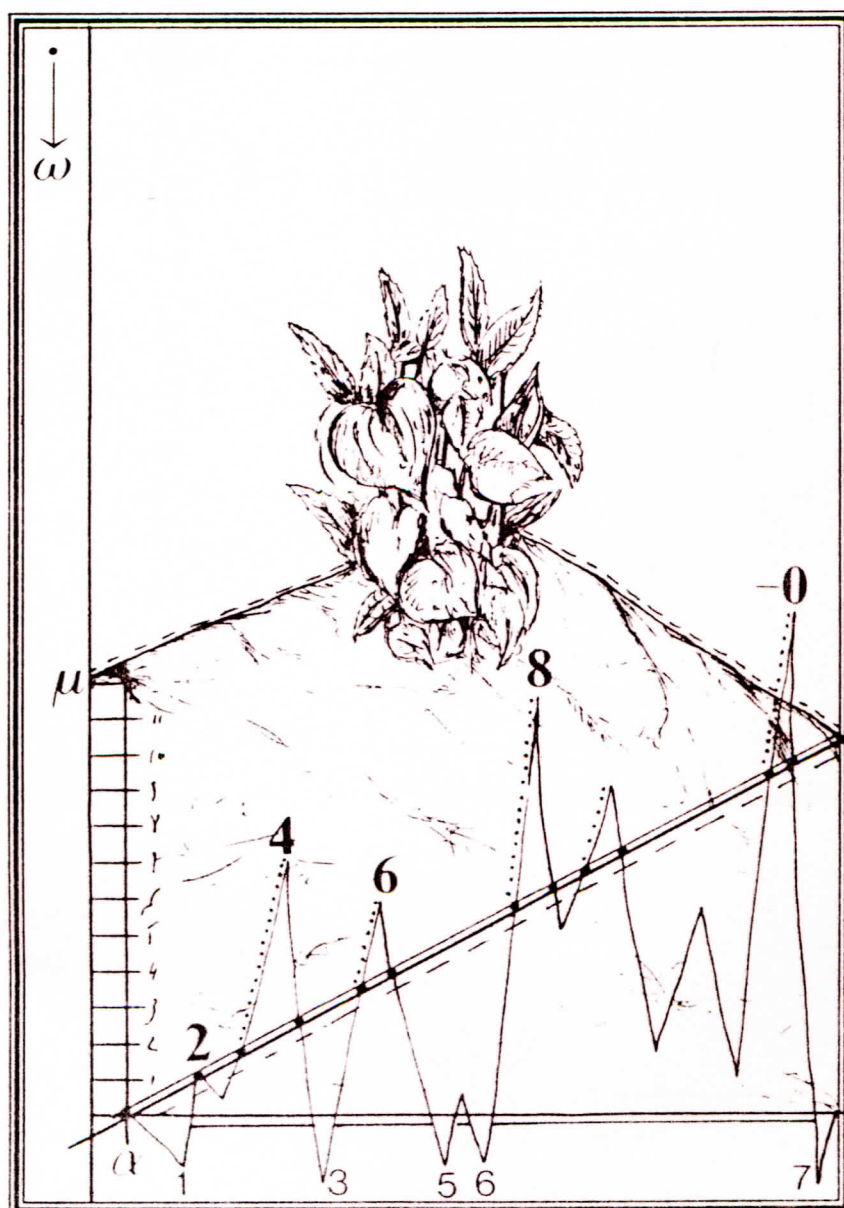


# III Simposium Nacional sobre Nutrición Mineral de las Plantas

Tema: Nutrición mineral bajo condiciones de estrés



Palma (Balears), días 18, 19 y 20 de septiembre de 1990

# COMPORTAMIENTO NUTRICIONAL DE ESPECIES PASCICOLAS EN SUELOS OLIGOTROFOS

J. Pastor (\*) y A. J. Hernández (\*\*)

(\*) UEI Biología Ambiental. Instituto de Edafología y Biología Vegetal. CSIC. Madrid.

(\*\*) Ecología. Universidad de Alcalá (Madrid).

## RESUMEN

Los suelos ácidos son considerados como un "complejo de infertilidad" debido a las bajas concentraciones que presentan en elementos nutritivos para las plantas que sobre ellos se asientan. Esta oligotrofia es así considerada como un stress al que están sometidas las especies vegetales. En el presente estudio se trata de poner de manifiesto el comportamiento de distintas especies pascícolas (*Trifolium subterraneum*, *T. cernuum*, *Ornithopus compressus*, *Agrostis castellana*, *Gaudinia fragilis*, *Bromus hordeaceus*, *Cynodon dactylon* y *Holcus lanatus*), creciendo en sus comunidades naturales sobre suelos ácidos de pH 5-6. Se comparan los resultados obtenidos para el P, Ca, Mg, K, Fe, Mn y Zn, teniendo en cuenta los niveles de Al cambiante de estos suelos.

La respuesta nutricional es, a su vez considerada, como tolerancia de las especies al aluminio, mediante los siguientes índices evaluativos: facilidad para tomar Ca, Mg y P en concentraciones bajas en los suelos donde se asientan, altas concentraciones de Fe y Mn en la parte aérea, mayor densidad y peso de raíces, así como un incremento considerable respecto a la producción de estos pastos.

## SUMMARY

Acid soils are considered as an "infertility complex", due to the presence of low levels in nutritional elements for the plants that grow on them. This oligotrophic feature is considered as a stress that affects all the plant species. In the present paper we try to show the behaviour of several pasture species (*Trifolium subterraneum*, *T. cernuum*, *Ornithopus compressus*, *Agrostis castellana*, *Gaudinia fragilis*, *Bromus hordeaceus*, *Cynodon dactylon* y *Holcus lanatus*), growing in their wild communities on acid soils of pH 5-6. We compare the results obtained for P, Ca, Mg, K, Fe, Mn and Zn, taking into account the levels of exchangeable Al of these soils.

The nutritional answer is, at the same time, considered as tolerance of species to aluminum, by means of the following evaluation indexes: facility to uptake Ca, Mg and P in low levels in the soils where they grow, high concentrations of Fe and Mn in the aerial part of plants, higher density and weight of the root system, as well as, a considerable increment with respect to the yield of these pastures.

## INTRODUCCION

Es suficientemente conocido que los suelos ácidos son típicamente deficientes en nutrientes esenciales y usualmente presentan un desequilibrio entre éstos y los que no son considerados como tales. A partir de los estudios agronómicos y ecofisiológicos de especies cultivadas se habla de la "infertilidad" de estos suelos, o también del suelo ácido como "complejo de infertilidad" (HERNANDEZ, 1987). En la actualidad se ha iniciado una confluencia de posturas para conjugar las hipótesis de trabajo tanto desde la vertiente nutricional como desde la toxicidad debida al aluminio cambiante presente en la mayoría de estos suelos (RORISON, 1980; FOY, 1983), dado que dicho elemento parece ser el principal factor limitante del crecimiento vegetal en los suelos de pH próximo a 5 (HERNANDEZ, 1986).

Sin embargo, son muy poco conocidas las respuestas de las especies vegetales que no poseen un interés agrícola de primera magnitud y que crecen en suelos ácidos bajo condiciones naturales. Aquí se encuentran las de los pastos situados en la España silíceo de clima mediterráneo, caracterizados precisamente por el carácter oligotrofo de suelos y que tanta importancia tienen para gran parte de la ganadería en nuestro país. El presente trabajo tiene como objetivo esencial el aproximarnos al conocimiento del comportamiento nutricional de las

especies más representativas de este tipo de pastos en los que las condiciones climatológicas -déficit hídrico- y la pobreza de nutrientes los sitúa en un entorno natural cercano al stress, si bien en un estudio anterior (MARTIN et al., 1983) lo abordábamos para 174 poblaciones de *Trifolium subterraneum*.

A pesar de incluir pocas localidades de estudio, pensamos el interés que puede tener el proporcionar algunos datos concretos por lo que se refiere a las concentraciones de nutrientes en distintas plantas pascícolas procedentes de suelos con aluminio, así como diferentes parámetros que son considerados como índices evaluativos de la tolerancia a este elemento por parte de las mencionadas especies en suelos ácidos. Ambos aspectos no solamente se insertan en el ámbito del comportamiento de los organismos vegetales respecto a este factor ambiental que es el aluminio, sino que pueden ir aportando algunas hipótesis en lo que concierne a la acción de este elemento desde la óptica de la complejidad de interacciones suelo-planta, que va apareciendo más adecuada para el tratamiento de este tipo de cuestiones en el seno del ecosistema. Sin duda este último punto resulta también más sugerente a la hora de poder abordar soluciones con respecto a paliar los efectos que causan las "lluvias ácidas".

## MATERIAL Y METODOS

Entre un conjunto de pastos caracterizados previamente por nosotros (HERNANDEZ, 1985 y PASTOR y HERNANDEZ, 1989), se han elegido seis localidades situadas en suelos de pH entre 5 y 6, con diferentes niveles de aluminio cambiante, pero todos ellos representativos de las comunidades pascícolas que se encuentran en el centro-oeste de la Península Ibérica, con marcado carácter oligotrofo. Las técnicas utilizadas para el análisis de los elementos en suelo y en planta se encuentran descritas en HERNANDEZ y PASTOR (1989). Las especies de leguminosas y gramíneas que han sido analizadas en estas comunidades se detallan en HERNANDEZ et al. (1989); todas ellas son las más abundantes en estos pastos. La producción de los mismos es estimada como biomasa vegetal aérea ( $\text{g m}^{-2}$  de materia seca) y los valores corresponden a la época de su mayor nivel en estas comunidades vegetales con predominio de terófitos (finales de primavera).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los cationes analizados en suelo, así como los datos correspondientes a los parámetros radiculares y a la producción se exponen en la tabla 1. Para el estudio del comportamiento nutricional de las especies nos referiremos a dos grupos de comunidades: las que se asientan en suelos con concentraciones menores a 0,5 meq/100 y las que lo hacen en suelos con un mayor nivel de este elemento. Los datos obtenidos para los nutrientes en las distintas especies se muestran en las tablas 2 y 3. Así mismo se pueden observar los valores alcanzados para todas las leguminosas y gramíneas analizadas en las localidades (tabla 4) y que fueron detalladas en un trabajo anterior (HERNANDEZ et al., 1989).

Tabla 1.- Parámetros analizados en los suelos y en las comunidades vegetales.

Parámetros analizados	Localidades					
	1	2	3	4	5	6
pH suelo	5,7	5,4	5	5	5,4	5,1
Al <sup>+++</sup> cambiante (meq/100)	0	0,30	0,44	0,60	1,18	1,18
P ppm	43	49	67	26	9	113
Ca (meq/100)	2,8	2,3	3,1	2,4	1,6	1,4
Mg "	1,2	1,3	0,6	0,7	1,6	0,3
K "	0,3	0,5	0,2	0,5	0,2	0,3
Densidad raíces ( $\text{cm cm}^{-3}$ )	9,22	26,37	20,20	24,37	36,34	9,90
Biomasa radicular ( $\text{g dm}^{-3}$ )	5,78	6,05	4,88	9,18	9,85	4,43
Producción ( $\text{g m}^{-2}$ )	382	495	270	920	381	441

Tabla 2.- Contenido de los principales nutrientes minerales en la parte aérea de las plantas de pasto que crecen en suelos con diferentes niveles de Al cambiabile.

	P ppm		Ca mg/100		Mg mg/100		K mg/100	
	<0,5	>0,5	<0,5	>0,5	(meq Al)		<0,5	>0,5
					<0,5	>0,5		
<i>T. subterraneum</i>	1995	1496	1100	850	205	263	895	977
<i>T. cernuum</i>	2700	2115	1175	890	260	260	1200	935
<i>O. compressus</i>	1650	1567	616	970	200	265	950	1130
<i>A. castellana</i>	1785	1480	160	150	80	90	935	900
<i>G. fragilis</i>	1262	700	245	250	104	125	1172	1050
<i>B. hordeaceus</i>	1630	1065	445	230	106	121	1477	820
<i>C. dactylon</i>	2260	1650	330	140	119	110	1077	1000
<i>H. lanatus</i>	2165	1480	350	190	133	107	1810	1250

Tabla 3.- Contenido de micronutrientes en la parte aérea de las plantas de pasto que crecen en suelos con diferentes niveles de Al cambiabile.

	Fe ppm		Mn ppm		Zn ppm	
	<0,5	>0,5	<0,5	>0,5	<0,5	>0,5
<i>T. subterraneum</i>	233	446	65	161	95	100
<i>T. cernuum</i>	258	659	77	120	127	90
<i>O. compressus</i>	125	167	86	97	58	107
<i>A. castellana</i>	120	415	145	340	45	45
<i>G. fragilis</i>	117	935	272	360	62	65
<i>B. hordeaceus</i>	127	152	137	150	60	50
<i>C. dactylon</i>	235	430	130	150	65	65
<i>H. lanatus</i>	260	280	360	360	80	35

#### Respuesta de los macronutrientes

Como cabría esperar, las concentraciones de P son menores en todas las especies que crecen en suelos con más Al, si bien no parecen muy dramáticas las diferencias. Análogo comentario podría hacerse respecto al Ca, aunque se puede observar (tabla 2) que *Ornithopus compressus* responde mejor que las otras dos leguminosas al efecto del aluminio. En cuanto al Mg, parece mostrarse una tendencia a ser más absorbido por las especies cuando crecen en suelos con mayor nivel de Al. De hecho, según puede observarse en la tabla 4, para el total de leguminosas y gramíneas, las diferencias son muy poco apreciables en relación al contenido de este elemento en las diferentes localidades. Por lo que se refiere al K, las especies de gramíneas parecen sufrir un mayor perjuicio que las de leguminosas si se asientan en suelos con aluminio (tablas 2 y 4).

#### Respuesta de los micronutrientes

Se observa una mayor absorción de Fe y Mn en las plantas que crecen en presencia de mayor cantidad de Al. Sin embargo, no se detecta ninguna tendencia clara respecto al Zn, aunque a juzgar por los datos que se muestran en la tabla 4, las leguminosas parecen mostrar un ligero aumento en la absorción de este elemento si crecen con mayor contenido de aluminio. No obstante, teniendo en cuenta los datos que se indican en el trabajo de KABATA-PENDIAS (1984), el Zn no llega a presentar concentraciones tóxicas en ningún caso (debería pasar de 100 ppm). Al igual ocurre con el Mn, elemento considerado también como tóxico en los suelos ácidos (entre 300-500 ppm de Mn existe toxicidad); solamente *Holcus lanatus* y *Gaudinia fragilis* podrían encontrarse en un umbral sensible para dicho metal cuando crecen en suelos en que el Al cambiabile supera los 0,5 meq.

Tabla 4.- Comparación de los niveles alcanzados en nutrientes minerales de leguminosas y gramíneas de pastos situados en suelos con diferentes contenidos de Al cambiabile.

Nutrientes en parte aérea	<0,5 meq Al		>0,5 meq Al	
	L	G	L	G
P ppm	2133	1910	1745	1456
Ca mg/100	906	383	573	198
Mg mg/100	204	126	213	114
K mg/100	1102	1402	1053	990
Fe ppm	227	172	501	477
Zn ppm	82	63	100	44
Mn ppm	92	228	136	282

#### Densidad de raíces y producción

Las altas concentraciones de Fe y Mn en la parte aérea de estas plantas cuando crecen en suelos con niveles de aluminio comprendidos entre 0,5 y 1,5 meq, puede ser considerado como un índice de resistencia o tolerancia de las mismas a este elemento presente en los medios ácidos. Estos resultados están de acuerdo con las observaciones de FOY (1974), KINZEL (1983) y KABATA-PENDIAS (1984).

Por otra parte, es de notar que las comunidades de pasto ubicadas en las localidades con más Al, alcanzan, en casos, una mayor densidad de raíces y éstas son, a su vez, de mayor peso que las correspondientes a los pastos de sitios ácidos, pero sin niveles apreciables de este elemento. Así la media del peso de las mismas es de 5,6 g dm<sup>-3</sup> para el primer caso y 7,8 g dm<sup>-3</sup> para el segundo. Diferentes trabajos han puesto de manifiesto que ambos parámetros pueden ser también considerados como una medida de tolerancia de las especies vegetales al Al de los suelos (REID et al., 1971; SARTAIN y KAMPRATH, 1975, 1977 y 1978; KAMBUROV, 1980; SAPRA et al., 1982).

Por último, la producción de los pastos alcanza también un nivel mayor en uno de los que se encuentra ubicado en suelos con más Al en forma análoga a lo que se muestra en los trabajos de APONTE (1979) y FOY (1980). La facilidad para tomar Ca, Mg y P en concentraciones bajas en los suelos donde se asientan estas especies parece estar relacionada con los diferentes tipos de sistemas radiculares de las mismas y con el estado de agua en la capa superficial edáfica (HERNANDEZ y PASTOR, 1988; HERNANDEZ et al., 1989). Sin duda este hecho, unido a las altas concentraciones en micronutrientes que presentan las especies de estos medios, hace que la producción de estos pastos sea considerablemente buena.

Así pues podemos pensar que el comportamiento nutricional de las especies pascícolas que crecen en condiciones naturales, en suelos oligotrofos y, en ocasiones con con apreciables cantidades de aluminio cambiabile, puede considerarse como un test evaluativo de tolerancia de las mismas a las condiciones de stress.

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a Don Enrique Estalrich Melero la ayuda técnica prestada para la realización de este trabajo.

#### BIBLIOGRAFIA

- APONTE DE LONDOÑO, M.E. 1979.- Toxicidad de aluminio en plántulas de café. *ICA, XIV*: 325-326.  
 FOY, C.D. 1974.- Effect of aluminium of plant growth. *The Plant Root and Its Environment*. Ed. E.W. Carkson. Univ. Press., Virginia: 601-642.  
 FOY, C.D. 1981.- Plant adaptation to mineral stress in problem soils. *Research Soil Sci. U.S.D.A. SEA-AR, Plant Physiology Institute Plant*, 18 pp.  
 FOY, C.D. 1983.- Plant adaptation to mineral stress of problem soils. *Iowa State Journal of Research*, 57: 339-354.

**Tabla 4.- Comparación de los niveles alcanzados en nutrientes minerales de leguminosas y gramíneas de pastos situados en suelos con diferentes contenidos de Al cambiabile.**

Nutrientes en parte aérea	<0,5 meq Al		>0,5 meq Al	
	L	G	L	G
P ppm	2133	1910	1745	1456
Ca mg/100	906	383	573	198
Mg mg/100	204	126	213	114
K mg/100	1102	1402	1053	990
Fe ppm	227	172	501	477
Zn ppm	82	63	100	44
Mn ppm	92	228	136	282

#### *Densidad de raíces y producción*

Las altas concentraciones de Fe y Mn en la parte aérea de estas plantas cuando crecen en suelos con niveles de aluminio comprendidos entre 0,5 y 1,5 meq, puede ser considerado como un índice de resistencia o tolerancia de las mismas a este elemento presente en los medios ácidos. Estos resultados están de acuerdo con las observaciones de FOY (1974), KINZEL (1983) y KABATA-PENDIAS (1984).

Por otra parte, es de notar que las comunidades de pasto ubicadas en las localidades con más Al, alcanzan, en casos, una mayor densidad de raíces y éstas son, a su vez, de mayor peso que las correspondientes a los pastos de sitios ácidos, pero sin niveles apreciables de este elemento. Así la media del peso de las mismas es de 5,6 g dm<sup>-3</sup> para el primer caso y 7,8 g dm<sup>-3</sup> para el segundo. Diferentes trabajos han puesto de manifiesto que ambos parámetros pueden ser también considerados como una medida de tolerancia de las especies vegetales al Al de los suelos (REID et al., 1971; SARTAIN y KAMPRATH, 1975, 1977 y 1978; KAMBUROV, 1980; SAPRA et al., 1982).

Por último, la producción de los pastos alcanza también un nivel mayor en uno de los que se encuentra ubicado en suelos con más Al en forma análoga a lo que se muestra en los trabajos de APONTE (1979) y FOY (1980). La facilidad para tomar Ca, Mg y P en concentraciones bajas en los suelos donde se asientan estas especies parece estar relacionada con los diferentes tipos de sistemas radiculares de las mismas y con el estado de agua en la capa superficial edáfica (HERNANDEZ y PASTOR, 1988; HERNANDEZ et al., 1989). Sin duda este hecho, unido a las altas concentraciones en micronutrientes que presentan las especies de estos medios, hace que la producción de estos pastos sea considerablemente buena.

Así pues podemos pensar que el comportamiento nutricional de las especies pascícolas que crecen en condiciones naturales, en suelos oligotrofos y, en ocasiones con con apreciables cantidades de aluminio cambiabile, puede considerarse como un test evaluativo de tolerancia de las mismas a las condiciones de stress.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Deseamos agradecer a Don Enrique Estalrich Melero la ayuda técnica prestada para la realización de este trabajo.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- APONTE DE LONDOÑO, M.E. 1979.- Toxicidad de aluminio en plántulas de café. *ICA, XIV*: 325-326.  
 FOY, C.D. 1974.- Effect of aluminium of plant growth. *The Plant Root and Its Environment*. Ed. E.W. Carkson. Univ. Press., Virginia: 601-642.  
 FOY, C.D. 1981.- Plant adaptation to mineral stress in problem soils. *Research Soil Sci. U.S.D.A. SEA-AR*, Plant Physiology Institute Plant, 18 pp.  
 FOY, C.D. 1983.- Plant adaptation to mineral stress of problem soils. *Iowa State Journal of Research*, 57: 339-354.

- HERNANDEZ, A.J. 1985.- Significado ecológico de los componentes edáfico, radicular y nematológico en pastizales oligotrofos luso-extremadurenses. Tesis doctoral. Univ. Autónoma de Madrid.
- HERNANDEZ, A.J. 1986.- Acción del aluminio del suelo sobre los vegetales, microflora y microfauna edáficas. *Anales Edaf. y Agrob.*, 45: 1369-1388.
- HERNANDEZ, A.J. 1987.- Fitogeoquímica de suelos ácidos. *Henares, Rev. Geol.*, 1: 43-52.
- HERNANDEZ, A.J. y PASTOR, J. 1988.- Ecological Information from Root Characteristics of Winter-Flooded grasslands. Grassland and Animal Production. Now and in the Future. Ed. European Grassland Federation: 528-532.
- HERNANDEZ, A.J. y PASTOR, J. 1989.- Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo-planta. *Henares, Rev. Geol.*, 3: 51-92.
- HERNANDEZ, A.J.; PASTOR, J. y OLIVER, S. 1989.- Relationships between root morphology and nutrient uptake processes in Winter-flooded mediterranean grasslands. *XVI International grassland Congress, Nice 4-11 Oct*: 7-8.
- KABATA-PENDIAS, A. y PENDIAS, H. 1984.- Trace elements in soils and plant.
- KAMBUROV, J. 1980.- Screening of legumes for tolerance to aluminium. *Proceed. Ninth. Congr.*: 82-90.
- KINZEL, H. 1983.- Influence of limestone, silicats and soil pH on vegetation. *Physiological Plant Ecology*, III. Ed. Lange: 201-222.
- MARTIN, A.; OLIVER, S. y PASTOR, J. 1983.- Absorción de nutrientes por el trébol subterráneo en relación con el magnesio y aluminio de los suelos. Resúmenes V Reunión de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal. Murcia 27-30 Set., pag. 80.
- PASTOR, J. y HERNANDEZ, A.J. 1989.- Parámetros geo-edáficos relacionados con el estado hídrico de suelos de pastizales mediterráneos. *Henares, Rev. Geol.*, 3: 103-116.
- REID, D.A.; FLEMING, A.L.; FOY, C.D. 1971.- A method for determining aluminium response in altoxic soil. *Agron. J.*, 63: 600-603.
- RORISON, I.H. 1980.- The effects of soil acidity on nutrient availability and plant responses. Effects of Acid Precipitation on Terrestrial Ecosystems. Ed. Hutchinson and Hayas. Plenum Publishing Corpor.: 283-304.
- SAPRA, V.; MEBRAHTU, T. y MUGWIRA, L.M. 1982.- Soybean germplasm and cultivars aluminium tolerance in nutrient solution and bladen clays. *Agron. J.*, 74: 687-690.
- SARTAIN, J.B. y KAMPRATH, E.J. 1975.- Effect of liming a lightly Al saturated soil on the top and root growth and soybean nodulation. *Agron. J.*, 67: 507-510.
- SARTAIN, J.B. y KAMPRATH, E.J. 1977.- Effect of soil Al saturation an nutrient concentration of soybean tops, roots and nodules. *Agron. J.*, 69: 843-845.
- SARTAIN, J.B. y KAMPRATH, E.J. 1978.- Aluminium tolerance of soybean cultivars based on roots elongation in solution culture compared with growth in acid soil. *Agron. J.*, 70: 17-20.