

LEVANTAMENTO DAS CONCENTRAÇÕES DE Ca, Mg E K EM TRÁS-OS-MONTES II - MILHO

Ana Luísa Pires (1)

Ester Portela (1)

C. L. Rhykerd (2)

J. Ahlrichs (2)

RESUMO

Este levantamento teve como objectivo a avaliação das concentrações de Ca, Mg e K na cultura do milho, na região de Trás-os-Montes. Procurou-se também correlacionar as concentrações de Mg na planta com alguns parâmetros do solo. A colheita das amostras foi realizada na época de aparecimento das sedas. As concentrações de Ca e K situaram-se, na maioria dos casos, dentro dos valores considerados suficientes para as plantas. Em relação ao Mg cerca de 30% das amostras analisadas tinham concentrações inferiores a $1,8 \text{ g kg}^{-1}$, valor este considerado crítico para o normal desenvolvimento das plantas. Estas concentrações verificaram-se com maior frequência nas plantas cultivadas em Paracambissolos e Cambissolos úmbricos de granitos. O parâmetro do solo que se encontra mais significativamente correlacionado com a concentração de Mg nas folhas do milho é a razão entre os catiões de troca Mg/K. Para que as concentrações de Mg sejam adequadas ao desenvolvimento da planta o teor de Mg de troca do solo deve ser pelo menos igual ao do K.

PLAVRAS CHAVE: milho, cálcio, magnésio, potássio

1) U.T.A.D. Dep. de Geociências, 5000 Vila Real

2) Agronomy Dep., Purdue Univ., W. Lafayette, IN 47906, USA.

ABSTRACT

Corn ear leaves, sampled at silking time, were collected to evaluate Ca, Mg and K status by comparing the results obtained with critical concentrations and optimum ranges reported in literature for good plant growth. Soil samples were also collected in order to identify the soil properties most highly correlated with plant Mg concentration.

Ca and K concentrations were, with a few exceptions, within the sufficiency ranges reported in literature. However 30% of the samples collected had a Mg concentration less than $1,8 \text{ g kg}^{-1}$, the lowest critical Mg value published. The soil parameter mostly correlated with Mg concentration in the plant was the ratio Mg/K. In order to obtain the critical concentration of Mg in corn leaves the exchangeable Mg in the soil must be equal or higher than that of K.

INTRODUÇÃO

A acidez elevada de grande parte dos terrenos dedicados à cultura do milho, na região de Trás-os-Montes, para além de afectar os níveis de produtividade da cultura, poderá estar associada a baixas concentrações de Ca e Mg nas plantas. Sendo o milho utilizado na região como suplemento na alimentação bovina (Baptista, 1986; Rebelo, 1988), será desejável que os níveis de Mg nas plantas sejam adequados às suas necessidades. A decisão de se fazer este levantamento coincidiu com o início, em 1981, do programa Procalfer (Programa de Calagens Fertilizações e Forragens), para o qual havia conveniência de fornecer, entre outros elementos, a necessidade da eventual utilização de calcários dolomíticos na correção de solos com reacção ácida. A exiguidade de informação existente na altura levou-nos a realizar um levantamento com o objectivo de determinar as concentrações de Mg em plantas de milho, e ainda as de Ca e K, uma vez que as concentrações destes três nutrientes estão muito relacionadas. Procurámos ainda determinar se as concentrações de Mg nas folhas de milho estariam relacionados com alguns parâmetros vulgarmente medidos nos solos.

A selecção das áreas amostradas teve como base o nosso conhecimento dos solos que apresentavam reacção ácida e valores mais reduzidos do Mg de troca, e ainda, a maior expressão da cultura do milho em Trás-os-Montes em termos de área (Freund, 1975; INE, 1979). A maior parte das parcelas amostradas corresponde às zonas de tratamento homogéneo, definidas para o PDRITM, e que são genericamente designadas por Vales Submontanos (Lage, 1983a), e um menor número de amostras corresponde às zonas de Montanha (Lage, 1983b). Embora a escolha das parcelas para colheita das amostras não tenha sido sujeita a um critério rigoroso de amostragem admitimos que os resultados serviriam o objectivo modesto a que nos propusemos.

MATERIAL E MÉTODOS

Nos meses de Julho-Agosto de 1981 e 1982 realizou-se a colheita de amostras de plantas e de solos em 40 parcelas com milho (regional ou híbrido), cultivadas por agricultores. Como referimos, as parcelas amostradas correspondem, na sua maioria, às zonas designadas por Vales Submontanos (concelhos de Vila Real, Mondim de Basto, Ribeira de Pena, Vila Pouca de Aguiar, Boticas, Chaves e Bragança) e só um reduzido número de amostras é de zonas de Montanha (concelhos de Montalegre e Vinhais). Atendendo ao critério utilizado na Carta de Solos de Trás-os-Montes (Agroconsultores-Coba, 1988) correspondem essencialmente às seguintes Zonas Naturais: Alvão-Marão, Tâmega, Tua, Barroso e Bragança. Para efeitos comparativos colheram-se ainda algumas amostras de plantas em solos pouco ácidos e onde não eram esperadas baixas concentrações de Mg nas plantas.

A escolha das parcelas amostradas foi feita de acordo com a facilidade de acesso a uma viatura. Uma vez seleccionados os percursos, as parcelas foram escolhidas ao acaso. Em cada parcela colheu-se a folha oposta à primeira espiga, em 15 a 20 pés de milho, quando cerca de 50% das espigas apresentavam as sedas fora das camisas. Em geral, as parcelas eram irrigadas e tinham recebido aplicações de nitrato de amónio e estrume de bovinos.

As amostras de plantas foram secas a 60°C durante 48 horas, moídas e passadas por um crivo de 1mm. Na digestão das amostras foi utilizada a mistura nítrico-perclórica, tendo-se determinado o Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atómica e o K por fotometria de chama.

Os solos foram colhidos até à profundidade de 20 cm, secos ao ar e crivados (<2 mm). Determinou-se o pH (H₂O e KCl) numa mistura 1: 2,5 de solo: solução; as bases de troca com o acetato de amónio 1M a pH 7 e o Al³⁺ + H⁺ com o cloreto de bário trietanolamina a pH 8,2; o teor de matéria orgânica por via húmida com o dicromato de potássio; e a análise mecânica pelo método da pipeta de Robinson. A classificação dos solos foi feita de acordo com uma versão preliminar da carta de solos de Trás-os-Montes (Agroconsultores-Coba, 1988). A maioria dos solos das parcelas amostradas foram classificadas como Cambissolos úmbricos de granitos (Buog₁ e Buog₂) ou Paracambissolos úmbricos de granitos (B'ug), Antrossolos "de mistura" úmbricos de granitos (Tmug) ou xistos (Tmux) e Fluvisolos úmbricos de aluviões (Jua) ou éutricos de aluviões (Jea).

Após a análise de componentes principais utilizando os diversos parâmetros do solo, verificou-se que os solos 19, 36, 37, e 38 faziam parte duma população diferente. Com efeito, estes solos formaram-se sobre rochas básicas apresentando portanto elevados teores de Mg de troca. Assim sendo, aquelas amostras não foram incluídas para o cálculo dos coeficientes de correlação apresentados no Quadro III.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro I apresentam-se os resultados da análise físico-química dos solos, e no Quadro II estão indicadas as concentrações dos nutrientes Ca, Mg e K nas folhas

do milho. Como se observa no Quadro I, o pH (H₂O) da maior parte dos solos encontra-se entre 4,3 e 5,5, o que representa 80% das parcelas amostradas. Por conseguinte, é de esperar que nestes solos a toxicidade do alumínio seja um dos factores mais limitantes ao desenvolvimento do milho. Embora não tenhamos informação à cerca dos teores de Al³⁺ de troca do solo, admitimos que estes sejam suficientemente elevados para afectar o crescimento do sistema radicular do milho. Num estudo realizado por Coutinho (1989) em solos de Trás-os-Montes, o valor de pH(H₂O) de 5,6 foi considerado como o valor crítico abaixo do qual é de esperar efeitos da toxicidade do Al³⁺ em plantas sensíveis. Num outro estudo, realizado por Rebelo (1988) nos Vales Submontanos (concelhos de Vila Real e Vila Pouca de Aguiar), em que foram analisados os solos de 60 parcelas cultivadas com milho, a saturação de alumínio era de 10% em cerca de 70% das parcelas (dados não publicados). Este valor foi também considerado crítico, e acima do qual seriam de esperar efeitos da toxicidade do Al³⁺ em plantas pouco tolerantes à acidez (Coutinho, 1989). Os valores de Ca e K de troca são relativamente elevados na maioria dos solos amostrados, mas alguns deles apresentam níveis de Mg de troca abaixo do qual são de esperar respostas do milho à aplicação do Mg (Lobim e Fayemi, 1975; Pires, 1985).

Numerosos investigadores têm conduzido ensaios no sentido de determinar a concentração crítica dos nutrientes Ca, Mg e K e os seus níveis de suficiência no milho. Embora os valores referidos na literatura (Melsted *et al.*, 1979; Jones, 1973; Neubert *et al.*, 1973 e Escano *et al.*, 1981) difiram, ligeiramente, entre os autores, eles são aqui utilizados como referência. As concentrações de Ca nas plantas variaram entre 3,1 e 11,8 g kg⁻¹ situando-se quase sempre acima dos valores referidos por aqueles autores. Por conseguinte, as concentrações de Ca nas folhas sugerem que na maioria dos solos os teores de Ca de troca se encontram em níveis adequados ao desenvolvimento das plantas, apesar dos baixos valores do pH dos solos amostrados.

QUADRO I – Classificação e propriedades físico-químicas dos solos

Solo	Class.	Textura (*)	M.O. %	pH		Bases de troca cmol _c kg ⁻¹				Ac. Pot. cmol _c kg ⁻¹
				H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
1	B'ug	FA	3,0	4,6	3,6	1,98	0,27	0,26	0,08	10,70
32	Buog1	FA	10,3	4,3	3,4	0,73	0,10	0,31	0,04	20,60
33	Buog1	FA	6,9	4,3	3,6	1,72	0,12	0,57	0,07	18,54
34	B'ug	FL	4,4	5,7	4,7	6,69	0,95	0,46	0,24	14,00
35	B'ug	FA	5,2	5,3	4,2	2,32	0,35	0,69	0,11	12,57
6	Buog1	FA	5,7	4,7	3,9	2,62	0,58	0,63	0,17	16,40
7	Buog1	FA	2,9	5,3	4,0	2,20	0,53	1,09	0,10	19,50
8	Buog2	FA	5,7	4,3	3,7	1,21	0,30	0,39	0,11	23,40
9	Buog2	FA	4,1	4,6	3,8	2,65	0,53	0,59	0,44	18,40
10	Buog1	FA	1,8	4,6	3,9	2,24	0,35	0,36	0,31	7,20

Solo	Class.	Textura (*)	M.O. %	pH		Bases de troca cmol _c kg ⁻¹				Ac. Pot. cmol _c kg ⁻¹
				H ₂ O	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
13	Buox1	FA	2,6	4,6	4,0	4,58	1,11	0,51	0,23	13,90
14	Buog1	FA	2,3	4,5	4,0	4,17	0,91	0,45	0,23	14,10
17	Tmug	FA	3,8	5,0	4,2	1,34	0,42	0,26	0,18	16,40
23	Tmug	FA	5,2	4,9	4,2	2,22	0,06	0,12	0,08	15,19
24	Tmug	FA	3,8	5,9	5,1	5,75	0,12	0,17	0,09	14,78
25	Tmug	FA	9,5	3,9	3,6	0,71	0,06	0,11	0,05	27,14
26	Tmug	FA	3,2	5,5	4,5	3,19	0,39	0,15	0,11	9,52
27	Tmug	FA	9,1	4,5	3,9	1,40	0,43	0,18	0,17	26,33
28	Tmux	FA	3,1	4,9	4,2	2,00	0,53	0,26	0,11	12,57
29	Tmux	FA	4,1	5,2	4,0	2,02	0,35	0,15	0,11	14,00
30	Tmux	FA	4,6	5,1	4,0	1,39	0,08	0,26	0,08	15,66
31	Tmux	FA	3,7	5,3	4,3	2,81	0,70	0,40	0,14	12,57
20	Jua	FA	3,4	4,5	3,8	0,67	0,12	0,40	0,07	11,54
21	Jua	FL	5,8	5,4	4,1	1,76	0,12	0,29	0,07	16,20
22	Jua	FL	7,0	4,9	4,3	3,34	0,29	0,45	0,37	29,77
2	Jua	FA	3,1	4,7	3,8	1,96	0,39	0,33	0,09	9,80
3	Jua	FA	2,4	4,7	4,0	5,45	1,04	0,55	0,31	10,40
4	Jua	FA	5,5	5,0	3,9	1,84	0,40	0,38	0,09	12,30
5	Jua	FA	4,8	4,9	4,2	2,67	0,71	0,82	0,41	16,20
11	Jua	FA	2,2	4,9	4,2	3,94	1,22	0,49	0,43	10,90
12	Jua	FA	2,5	5,0	4,3	4,98	1,38	0,32	0,57	9,20
15	Jea	FA	2,0	5,5	4,7	4,63	1,16	1,02	0,35	8,60
16	Jea	F	1,5	5,8	5,0	9,69	2,50	0,31	0,45	2,34
18	Jea	FArg	1,6	5,8	5,3	6,21	2,34	1,02	0,50	1,32
36	Jea	FL	2,6	6,1	5,2	6,71	5,77	0,43	0,26	10,51
38	Jea	FArg	1,6	6,3	5,0	9,20	7,83	0,22	0,15	8,86
39	Jua	F	1,9	5,0	4,1	4,80	1,05	0,32	0,08	7,21
40	Jua	F	5,4	5,4	4,6	6,05	1,03	1,01	0,14	11,12
37	Lxb	FL	2,9	5,8	4,5	12,77	5,15	0,22	0,21	12,98
19	Lxb	FArg	3,3	6,0	5,3	14,51	4,90	0,34	0,59	5,49

(*) Coba-Agroconsultores, 1988; (+) FA – Franco arenoso; F – Franco; FL – Franco limoso; FArg – Franco argiloso

De igual modo para o K, as concentrações deste nutriente nas plantas parecem indicar níveis adequados do K nos solos. A prática corrente de aplicação de estrume de bovinos e a existência de teores elevados de K de troca de alguns dos solos, nomeadamente nos Fluvissoles, explicam em parte as concentrações relativamente elevadas de K nas folhas do milho. No que respeita ao Mg as concentrações na folhas situaram-se entre 0,7 e 3,9 g kg⁻¹ (Quadro II).

QUADRO II – Concentrações de Mg, Ca e K de folhas de milho colhidas no período do aparecimento das sedas

Solo	Class. *	Mg	Ca	K
		g kg ⁻¹		
1	B'ug	1,7	11,3	24,5
32	Buog1	0,7	5,9	25,3
33	Buog1	0,8	6,9	24,8
34	B'ug	1,9	6,5	22,5
35	B'ug	1,4	4,7	25,0
6	Buog1	1,6	7,2	27,0
7	Buog1	1,4	6,0	28,5
8	Buog2	1,8	7,5	27,0
9	Buog2	1,9	6,5	27,0
10	Buog1	2,1	8,7	22,0
13	Buox1	2,1	8,2	21,0
14	Buog1	2,6	11,8	18,0
17	Tmug	2,5	6,1	23,5
23	Tmug	1,0	4,7	22,0
24	Tmug	3,0	9,8	11,8
25	Tmug	2,5	11,4	7,8
26	Tmug	3,0	8,6	19,0
27	Tmug	2,2	3,6	20,3
28	Tmux	1,4	3,1	21,5
29	Tmux	3,9	6,7	14,0
30	Tmux	1,0	5,3	25,8
31	Tmux	2,0	4,4	22,5
20	Jua	1,7	4,1	23,0
21	Jua	2,0	5,7	24,2
22	Jua	1,8	5,3	26,0
2	Jua	1,8	7,9	25,0
3	Jua	1,9	7,2	20,0
4	Jua	2,3	7,5	23,5
5	Jua	2,4	6,2	25,0
11	Jua	2,6	6,7	26,5
12	Jua	3,0	8,0	20,0
15	Jea	2,1	6,9	22,0
16	Jea	2,3	7,5	21,5
18	Jea	2,2	6,9	26,5
36	Jea	5,2	7,2	20,0
38	Jea	3,0	5,0	20,0
39	Jua	1,8	7,4	20,0
40	Jua	1,4	7,8	16,0
37	Lxb	4,9	11,2	19,0
19	Lxb	2,6	7,1	25,0

(*) Coba-Agroconsultores, 1988

Se considerarmos que o nível de suficiência nas folhas se deve situar entre 1,8 e 5,0 g kg⁻¹ (Melsted *et al.*, 1979; Jones, 1973; Neubert *et al.*, 1973 e Escano *et al.*, 1981), observa-se que cerca de 30% das amostras têm concentrações de Mg < 1,8 g kg⁻¹. Pode observar-se no Quadro II que o grupo de solos que apresenta uma maior proporção de amostras com valores mais reduzidos de Mg nas folhas são classificados como Cambissolos ou Paracambissolos úmbricos de granitos. Verifica-se também que apenas algumas amostras com concentrações de Mg < 1,8 g kg⁻¹ foram colhidas em parcelas cujos solos possuem os teores de Mg de troca mais reduzidos. Efectivamente, a disponibilidade do Mg não está apenas associada a baixos teores deste nutriente no complexo de troca, mas também, entre outros factores, a teores elevados do Al³⁺ de troca. Farina *et al.* (1986) atribuem à interacção alumínio-magnésio a diminuição da concentração de Mg nas plantas de milho em solos de reacção ácida. De igual modo, Clark (1977) e Vasconcelos (1987) observaram que à medida que o Al do meio se elevava, as concentrações de Mg em plantas de milho decresciam. Por outro lado, a absorção de Mg pelas plantas está também dependente dos níveis de catiões de troca como o Ca e o K (Hooper, 1967).

Como referimos, procurámos, com este trabalho, saber qual o grau de correlação entre a concentração de Mg nas plantas e alguns parâmetros vulgarmente determinados nos solos. Assim as variáveis consideradas foram o pH, Mg de troca, e várias combinações entre as bases de troca do solo. Os resultados destas correlações estão indicados no Quadro III. As concentrações de Mg nas folhas, estão significativamente correlacionadas com alguns dos parâmetros do solo considerados, tendo-se obtido a correlação mais elevada quando se considerou a relação Mg/K. Contudo, esta última apenas explica 34% da variação da concentração do Mg nas folhas do milho. Se bem que o Mg de troca seja utilizado por muitos autores na avaliação da disponibilidade do Mg para as plantas, ele pode não ser, o mais apropriado (Farina *et al.*, 1980). Vários autores têm sugerido a relação Mg/K como um dos critérios mais adequadas para a avaliação dos teores de Mg em prados e forragens (Lobim e Fayemi, 1975; Hooper, 1967).

Atendendo à equação de regressão obtida entre a concentração de Mg nas folhas do milho e a relação Mg/K do solo, é possível obter-se um nível crítico acima do qual se deve manter o solo para que a concentração de Mg nas folhas seja superior a 1,8 g kg⁻¹. O valor encontrado para esta relação foi de 1. Por conseguinte para que as concentrações de Mg nas plantas de milho sejam adequadas para um bom desenvolvimento da planta é necessário que o Mg de troca do solo seja pelo menos igual ao do K. As inferências aqui feitas não devem ser tomadas sem reservas, na medida em que os níveis de produtividade do milho não foram determinados, o que, como seria de esperar, afectaria os níveis de suficiência na planta a partir dos quais o Mg se tornaria limitante para as plantas. Por outro lado a possibilidade do Al³⁺ afectar o desenvolvimento radicular do milho e interferir na absorção do Mg, influenciará a interpretação dos resultados.

Deste trabalho surge-nos como evidente a necessidade de se dar preferência à aplicação de calcários dolomíticos nos solos de reacção ácida dedicados à cultura do milho, não só com vista à redução da toxicidade do Al, mas também para se aumentar a disponibilidade do Mg para as plantas e para os animais que delas se

alimentem. Apesar dum dos objectivos do programa Procalfer ter sido a divulgação da prática da calagem, os dados publicados por Carvalho (1988), quando da avaliação do programa, mostram que uma percentagem muitíssimo baixa de agricultores passaram a fazer calagens, não tendo sido praticamente realizada na cultura do milho. O panorama é, porém, diferente nos concelhos de Mondim de Basto e Ribeira de Pena, em que 22% dos agricultores utilizaram calcário, sendo cerca de 80% deste aplicado no milho. Carvalho (1988) não se refere ao uso de calcários dolomíticos, contudo Alves (comunicação oral), indicou que estes foram apenas utilizados numa reduzida percentagem. Salientamos mais uma vez a necessidade da utilização destes últimos quando a relação Mg/K é baixa, na medida em que a aplicação de níveis elevados de Ca pode agravar a carência de Mg nas plantas. Como se observa no Quadro III, também a relação Mg/Ca do solo está relacionada com a concentração de Mg nas plantas.

QUADRO III – Correlações entre vários parâmetros do solo, pH e catiões de troca, e a concentração de Mg nas folhas do milho

	r	
pH	0,280	NS
Mg	0,284	NS
Mg/Ca	0,341	*
Mg/K	0,581	***
Mg/(Ca+K)	0,341	*
Mg/(Mg+Ca+K)	0,340	*
Mg/(Ca+Mg+K+Na)	0,328	NS

*** – significativo ao nível de 0,1% ; * – significativo ao nível de 5%; NS – não significativo

BIBLIOGRAFIA

- AGROCONSULTORES-COBA. 1988. *Carta de Solos e Carta de Utilização Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal*. UTAD. Vila Real.
- BAPTISTA, A. (1989). *Do Aumento de Área das Explorações Agrícolas nos Vales Submontanos. O Caso de Cimo de Vila Castanheira*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- CARVALHO, M. (1988). *Procalfer. Um programa fracassado?* Relatório final (1981-1987). Vol. V. Ministério de Agricultura e Pescas.
- CLARK, R. B. (1977). *Effect of aluminum on growth and mineral elements of Al-tolerant and Al-intolerant corn*. Plant and Soil 47: 653-662.
- COUTINHO, J. F. (1989). *Acidez do Solo e Toxicidade do Alumínio. Calibração de Métodos de Avaliação da Necessidade de Cal*. Dissertação de doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

- ESCANO, C. R.; JONES, C. A. e VEHARA, G. (1981). *Nutrient diagnosis in corn grown on Hydric Dystrandepsts: 1- Optimum nutrient concentrations*. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:1135-1139
- FARINA, M. P. W.; SUMNER, M. E.; PLANK, C. O. e LETZCH, W. S. 1980. *Effect of pH on soil magnesium and its absorption by corn*. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 11: 981-992.
- FREUND, B. (1975). *Les mémoires parossiaux comme source d'information sur les paysage agraires du Nord-est Portugais au 18ième siècle*. Pp.211-223. In Convegno Internationale I Paesaggi Rurali Europei. Perugia.
- HOOPER, L.J. (1967). *The uptake of magnesium by herbage and its relationship with soil analysis data*. Tech. Bull. Minist. Agric. Fish Food 14: 160-179.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE). (1979). *Recenseamento Agrícola do Continente*. Manual de instruções.
- LAGE, M. R. (1983a). *Projecto de Desenvolvimento Rural Integrado de Trás-os-Montes Propostas de reconversão no âmbito do PDRITM. Zona de Tratamento Homogéneo dos Vales Submontanos*. Direcção Regional de Trás-os-Montes.
- LAGE, M. R. (1983b). *Projecto de Desenvolvimento Rural Integrado de Trás-os-Montes. Propostas de reconversão no âmbito do PDRITM. Zona de Tratamento Homogéneo da Montanha*. Direcção Regional de Trás-os-Montes.
- LOBIM, L. J. e FAYEMI, A. A. A. (1975). *Critical level of Mg in western Nigerian soils as estimated under greenhouse conditions*. Agronomy J. 67: 272-275.
- MELSTED, S. W.; MOTTO, L. e PECK, T.R. (1969). *Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data*. Agronomy J. 61: 17-20.
- NEUBERT, P.; WRASILDO, W.; VILMEYER, N.P.; HUNDT, I.; GULLMICK, F. e BERGMAN, W. (1973). *Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum*. In WALSH, L.M. e BEATON, J.D. (ed). *Soil Testing and Plant Analysis*. Pp. 349-364. Soil Science Society of America. Madison.
- REBELO, V.M.C. (1988). *Melhoria de Regadios Tradicionais. Efeitos sobre a Produção Agrícola e Avaliação económica da MRT*. Relatório Final de Estágio. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- VASCONCELOS, E.J. (1987). *Toxicidade do Alumínio. Comportamento de Diversas Variedades de Milho Regional*. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.