

## DEFICIÊNCIAS DE MICRONUTRIENTES EM SORGO (*Sorghum bicolor*)<sup>1</sup>

ADALBERTO SANTI<sup>2</sup>, SÂNIA LÚCIA CAMARGOS<sup>3</sup>, WALCYLENE LACERDA MATOS  
PEREIRA<sup>4</sup>, JOSÉ FERNANDO SCARAMUZZA<sup>5</sup>

RESUMO - A procura de informações sobre sorgo tem aumentado e parece estar associada ao seu maior potencial produtivo, sua maior resistência ao déficit hídrico, ao surgimento de novos cultivares e expansão do seu cultivo na região do cerrado. Com base nisso, os objetivos do presente trabalho foram verificar os sintomas típicos e individualizados de deficiência nutricional de micronutrientes na cultura do sorgo, através da observação dos efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento das plantas e avaliar os efeitos dessas omissões na composição mineral do sorgo. Foram cultivadas plantas de sorgo em solução nutritiva completa de Sarruge (1975), submetidas aos seguintes tratamentos: omissão de B, Cu, Fe, Mn e Zn. Aos dois dias após o início do ensaio, as plantas apresentaram os primeiros indícios de deficiência, que foram descritos e caracterizados. Quando os sintomas estavam definidos, as plantas foram coletadas, lavadas, separadas em folhas, colmo e raízes e colocadas para secar, para posterior determinação de massa seca, área foliar e teores de micronutrientes. Os sintomas visuais de deficiência de nutrientes mostraram-se, de uma maneira geral, facilmente caracterizáveis. A produção de massa seca foi afetada pela omissão de nutrientes e o tratamento que mais afetou as diferentes partes das plantas e as áreas foliares foi à omissão de ferro. O acúmulo de nutrientes pelas plantas obedeceu à seguinte ordem decrescente: Fe>Mn>Zn>Cu>B.

Termos para indexação: Nutrição mineral, cultivo hidropônico, solução nutritiva.

### THE MICRONUTRIENTS DEFICIENCY IN SORGHUM (*Sorghum bicolor*)

SUMMARY - The searching for information about Sorghum is getting bigger and seems to be connected to the big productive potential, bigger resistance to water deficit, the forthcoming of new cultivate with good characteristics for the grain production and expansion of your culture in the bushy region. Based on this, the objectives of this work was to verify the typical symptoms and unique nutritional differences of micronutrients in the sorghum cultivate, by observation of the effects in the omission of nutrients in the development of the plants and to evaluate this omission effects in the mineral composition of sorghum. Sorghum plants were cultivated in nutritive complete solution of Sarruge (1975), subordinate to the following elements omissions: B, Cu, Fe, Mn and Zn. Two days after the start of the

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, M.Sc. em Agricultura Tropical, Prof. Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT Rod. MT 358 Km 07 CEP. 78.300.000 - Tangará da Serra, MT - Brasil - Caixa-Postal: 287

<sup>3</sup> Profa. Dra. Agrônoma, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Faculdade de Ciências Agrárias

<sup>4</sup> Profa. Dra. Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMEV/UFMT, Departamento de Solos e Engenharia Rural.

<sup>5</sup> Prof. Dr. Universidade Federal de Mato Grosso, FAMEV – DSER.

experience the plants already showed the deficiency that was described and characterized. When the symptoms were decisive the plants were collected, washed, separated in leaves, culms, roots, and put to dry, for a posterior determination of dried mass, leaf's area and micronutrients values. The visual symptoms of nutrients deficiency were easily seen. The treatment that most affect the dry mass of the different parts of the plants even the leaves were the iron omission. The accumulation of nutrients by the plants obey the following order going down: Fe>Mn>Zn>Cu>B.

Index terms: Mineral nutrition, hydroponics cultivate, nutritive solution.

## INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é o quarto cereal em área plantada no mundo, sendo cultivado na maior parte das regiões tropicais e subtropicais, constituindo a maior fonte de alimento e de rações da África, Oriente e Oriente médio. É uma importante cultura para o Brasil, principalmente na substituição do milho (*Zea mays*), nas rações para animais, pois a composição dos grãos de sorgo assemelha-se às dos grãos de milho.

Coelho et al. (2002) descreveram que uma parte da demanda brasileira de grãos, de 10 a 20% pode ser atendida com maior economicidade pela cultura do sorgo, com uma cotação estimada entre 20 a 30% inferior a do milho, nos mercados nacional e internacional. Neste particular, por suas características nutricionais e por ser componente importante do mix de insumos energéticos que entram na composição de rações para aves, suínos e bovinos, o grão de sorgo, tem sido pesquisado como sucedâneo do milho (Zago, 1997), assume destaque de cultivo no ambiente de Cerrado, ainda, devido à planta de sorgo se adaptar a uma ampla variação de ambientes sob condições desfavoráveis a maioria dos outros cereais.

Os nutrientes têm funções essenciais e específicas no metabolismo das plantas. Dessa forma, quando um dos nutrientes essenciais não está presente em quantidades satisfatórias ou em condições que o tornem pouco disponível, a sua deficiência nas células promoverá alterações no seu metabolismo. Os sintomas de carências minerais são mais ou menos característicos para cada nutriente e dependem também da severidade, do cultivar e de fatores ambientais.

As desordens nutricionais quer sejam por deficiências, excessos, e/ou desequilíbrios causam diminuição na produção de qualquer cultura. Essa diminuição na colheita é, em geral, precedida por sintomas visuais que, geralmente, são mais evidentes nas folhas, embora a produção já possa estar comprometida mesmo antes da manifestação destes sintomas (Malavolta et al., 1997). A diagnose visual de deficiências nutricionais, ao lado do conhecimento

dos teores de nutrientes, pode constituir uma técnica auxiliar nas recomendações de fertilizantes e corretivos para qualquer cultura (Epstein, 1975).

A técnica de cultivo de plantas em solução nutritiva tem permitido avanços no conhecimento da nutrição de plantas, por controlar mais adequadamente a composição do meio e eliminar a heterogeneidade e complexidade do solo.

O presente trabalho teve como objetivo verificar os sintomas típicos e individualizados de deficiência nutricional de B, Cu, Fe, Mn e Zn na cultura do sorgo, através da observação dos efeitos da omissão de nutrientes no desenvolvimento das plantas e avaliar os efeitos dessas omissões na composição mineral da raiz e parte aérea desta cultura.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, Mato Grosso, no período de outubro a novembro de 2003.

As sementes de sorgo do cultivar Dow Agrosiences 822 (granífero), foram germinadas em recipientes plásticos de 60 x 40 x 9 cm contendo areia lavada e irrigada diariamente com água destilada. Aos dez dias, as plântulas tiveram as suas raízes lavadas com jato de água de torneira e posteriormente com água destilada para completar a limpeza. As plântulas foram selecionadas em grupos de três e transplantadas para os vasos plásticos com dois litros de capacidade contendo solução nutritiva completa (Sarruge, 1975), na proporção  $\frac{1}{4}$  de força iônica, em sistema de aeração artificial contínuo, por um período de quatro dias. Decorrido este período, a solução foi substituída por uma outra de  $\frac{1}{2}$  força iônica por mais oito dias.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e três repetições, num total de 18 unidades experimentais, sendo cada unidade experimental representada por um vaso plástico. Após doze dias de adaptação das plantas à solução, foram iniciados os tratamentos de omissão individual dos nutrientes: boro (-B), cobre (-Cu), ferro (-Fe), manganês (-Mn) e zinco (-Zn) e a testemunha (Completo). As soluções foram preparadas com reagentes p. a. e a composição da solução nutritiva completa (Sarruge, 1975), apresentou a seguinte característica: N - 210 mg L<sup>-1</sup>, P - 31 mg L<sup>-1</sup>, K - 234 mg L<sup>-1</sup>, Ca - 200 mg L<sup>-1</sup>, Mg - 48 mg L<sup>-1</sup>, S - 64 mg L<sup>-1</sup>, B - 0,5 mg L<sup>-1</sup>, Cu - 0,02 mg L<sup>-1</sup>, Fe - 5,0 mg L<sup>-1</sup>, Mn - 0,5 mg L<sup>-1</sup>, Zn - 0,05 mg L<sup>-1</sup>, Mo - 0,01 mg L<sup>-1</sup>.

Durante a condução do ensaio a solução nutritiva foi mantida em pH  $5,9 \pm 0,1$  e quando necessário foram feitas às correções com HCl 1,0 M ou NaOH 1,0 M. As soluções foram renovadas a cada seis dias e o seu arejamento foi contínuo através de sistema de compressão de ar. Foi avaliado diariamente, o volume das soluções nos vasos e, quando necessário foi completado com água deionizada, com posterior controle do pH.

A sintomatologia das omissões de nutrientes foi descrita e acompanhada até a completa definição dos sintomas e, após esse período, as plantas foram coletadas e separadas em parte aérea e raízes. O material coletado foi lavado em água corrente e posteriormente, enxaguado em água destilada e deionizada para remoção do excesso de solução nutritiva. Após a lavagem, o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado para secagem em estufa com circulação forçada de ar ( $70 - 75^{\circ}\text{C}$ ) até atingir peso constante. Após a secagem, o material foi pesado, obtendo-se a massa seca para cada parte da planta e moído em moinho tipo "Wiley", com peneira de 20 mesh para posterior análise química. Para determinação da área foliar, utilizaram-se de imagens digitalizadas das plantas através do programa SigmaScan Pro 5.0.

As determinações dos teores de B nas raízes, colmo e folhas foram feitas segundo Malavolta et al. (1997) e Cu, Fe, Mn e Zn segundo Miyazawa et al. (1999). Para a mineralização, utilizou-se a digestão nítrico-perclórica. O Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o B foi determinado através de digestão por via seca (incineração) seguida de determinação colorimétrica por azometina-H.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para as variáveis de resposta em questão pelo programa estatístico SAEG 8.0 e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de massa seca e área foliar

Como indicadores do desenvolvimento, utilizaram-se os dados de produção de massa seca das diferentes partes das plantas, em função dos tratamentos (Tabela 1).

De uma maneira geral, observou-se que as médias de todos os tratamentos com omissão de nutrientes foram inferiores ao completo com relação à produção de MST e nas diferentes partes da planta, concordando com os dados encontrados por Veloso (1993), exceto o de omissão de Mn e B. Para a MST, todos os tratamentos de omissão de um determinado

nutriente apresentaram as médias inferiores à média do tratamento completo, exceto o tratamento de omissão de Mn que não diferiu do mesmo. O nutriente que mais limitou o crescimento de sorgo foi o Fe (1,6 g planta<sup>-1</sup>).

TABELA 1. Produções médias de Massa seca de folhas, colmo, raízes, total e área foliar do sorgo, nos tratamentos.

Tratamentos	Folhas	Colmo	Raízes	MST	Área foliar
		g planta <sup>-1</sup>			cm <sup>2</sup>
Completo	3,4 a	1,8 a	1,9 a	7,2 a	747,3 a
Omissão de B	2,4 bc	1,5 abc	1,2 bc	5,1 bc	524,8 bc
Omissão de Cu	2,2 c	1,1 c	1,0 c	4,3 c	474,0 c
Omissão de Fe	0,8 d	0,4 d	0,4 d	1,6 d	164,4 d
Omissão de Mn	3,0 ab	1,6 ab	1,5 ab	6,1 ab	660,2 ab
Omissão de Zn	2,0 c	1,1 c	1,2 bc	4,3 c	428,0 c
CV (%)	12,5	12,1	14,4	12,2	12,5

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Os efeitos da omissão dos nutrientes não se deram de forma similar, quando se considerou partes da planta separadamente, mas se observou uma certa similaridade na disposição de efeitos da deficiência, quando comparou-se à média dos tratamentos.

A redução na área foliar de plantas de sorgo ocorreu na seguinte ordem decrescente: Fe>Zn>Cu>B>Mn (Tabela 1). Quando se comparou com a ordem de redução na produção de MST, descrita anteriormente, notou-se certa similaridade na distribuição.

## Sintomatologia visual das deficiências

### Boro

Aos cinco dias do início do tratamento com omissão de B, começaram aparecer os primeiros sintomas de deficiência desse nutriente nas plantas. Os sintomas caracterizaram-se pela presença de faixas aquosas e transparentes paralelas à nervura central, que depois tornaram-se brancas e secas nas folhas novas, caracterizados pela ausência de clorofila nessas faixas. Essa sintomatologia relaciona-se com a descrita em plantas de sorgo por Coelho et al. (2002).

### Cobre

Os sintomas de deficiência de Cu surgiram oito dias após o início da imposição dos tratamentos. Inicialmente, os cartuchos tornaram-se cloróticos, onde as folhas novas exibiram uma clorose internerval leve, com a ocorrência de necroses nas margens. As plantas também exibiram um aspecto de murcha nas folhas jovens. Sintomas típicos de deficiência de Cu como

clorose internerval nas folhas jovens, necroses nas margens e plantas com tamanho reduzido foram descritos por Cereda et al. (1991), Salvador et al. (1999) e Grangeiro et al. (2003), em plantas de maracujá, goiaba e rúcula, respectivamente, concordando com os observados na presente pesquisa com sorgo.

### **Ferro**

A deficiência de Fe teve o seu início no segundo dia após a omissão desse nutriente. Inicialmente, observou-se a clorose internerval nas folhas novas, mais intensa da base para o ápice das folhas, as quais apresentavam-se mais verde. Apenas as nervuras permaneceram de cor verde durante algum tempo destacando-se como um reticulado fino. Sintomas semelhantes a estes foram descritos por Veloso (1993), Amaral et al. (1999) e Salvador et al. (1999) para outras espécies. Com o agravamento da deficiência, o sintoma progrediu para as demais folhas, atingindo em poucos dias a metade superior das plantas, as quais apresentaram um branqueamento generalizado do cartucho.

### **Manganês**

Os primeiros sinais de deficiência de Mn foram observados doze dias após o início dos tratamentos. Inicialmente, observou-se uma clorose internerval leve, sob um reticulado grosso de nervuras. O sintoma de deficiência de Mn foi o último a aparecer e de pouca evidência. Este fato relaciona-se, provavelmente, ao fornecimento desse elemento antes da instalação dos tratamentos de omissão ou à cultura de sorgo ser menos exigente a esse nutriente.

### **Zinco**

Os primeiros sintomas de deficiência de Zn apareceram oito dias após a omissão desse nutriente. As folhas superiores apresentaram-se com listras brancas entre as nervuras e as margens. Nas folhas intermediárias ocorreram tons roxos na margem ao longo de toda extensão da folha, com posterior avermelhamento internerval do ápice da folha para a base. Observou-se também a redução do crescimento dos entrenós das plantas, em comparação ao tratamento completo. A carência de Zn na cultura do sorgo é caracterizada por apresentar plantas de pequeno porte e com entrenós curtos e folhas superiores apresentando listras amareladas, entre as nervuras, seguida de necroses, segundo Vasconcellos et al. (1988) e Coelho et al. (2002).

## **Teores de nutrientes**

### **Boro**

O teor de B do tratamento com omissão de boro foi inferior ao tratamento completo, para as diferentes partes da planta, sendo estatisticamente diferente apenas nas folhas (Tabela 2).

### **Cobre**

O tratamento de omissão de Cu, não diferiu estatisticamente nas diversas partes da planta do tratamento completo (Tabela 2). Embora as inibições competitivas entre Cu e os nutrientes Zn e Fe sejam consideradas comuns por Malavolta et al. (1997), estas não foram observadas no presente trabalho, quando analisadas folhas e colmo, concordando com as observações de Grangeiro et al. (2003). Nas raízes, o efeito foi verificado na omissão de Zn e Fe, ou seja, a mesma apresentou teor de Cu superior à omissão do mesmo. A habilidade que o Cu apresenta em deslocar os íons, principalmente Fe e Zn, dos sítios de troca tem sido a principal causa dessa inibição (Mengel e Kirkby, 1987).

### **Ferro**

Não houve diferença estatística no teor de Fe entre o tratamento completo e a ausência de Fe nas diferentes partes da planta (Tabela 2), apesar do teor no completo apresentar valores superiores ao da omissão. Estes resultados concordam com os apresentados por Marrocos (1997). Malavolta et al. (1997) mencionaram que absorção de Fe é consideravelmente influenciada pela competição de cátions como, Cu, Zn e principalmente Mn no meio. Tal fato pode ser observado com a omissão de Zn no colmo e raízes. À medida que se omitiu esse nutriente o teor de Fe aumentou consideravelmente quando comparado à omissão do mesmo.

### **Manganês**

Nas folhas todos os tratamentos foram superiores no teor de Mn, em comparação com o da omissão do mesmo (Tabela 2). O maior teor encontrado na ausência de Fe, concordam com os resultados obtidos por Veloso (1993). Os teores de Mn nas diferentes partes da planta nas omissões de Cu e Fe, foram superiores ao da omissão de Mn. Isso, está relacionado possivelmente, com o fato do Mn ter propriedades químicas semelhantes aos

nutrientes relacionados acima, e por isso, não ter ocorrido efeito de inibição na absorção e transporte do elemento (Malavolta et al., 1997).

## Zinco

Não foi detectada diferença estatística entre os teores de Zn do tratamento completo, em comparação com a omissão do mesmo (Tabela 2), nas diferentes partes da planta. Este fato também foi observado por Marrocos (1997) e Camargos (1999). À medida que se omitiu Fe, os teores de Zn em ambas as partes da planta aumentaram, quando comparadas com a omissão de Zn. Este fato reflete o efeito de inibição descrito por Malavolta (1980).

TABELA 2. Teor médio de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas folhas, colmo e raízes de sorgo, nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	<b>Folhas</b>				
Completo	2,5 a	14,3 ab	450,0 a	108,7 b	26,7 a
Omissão de B	2,0 b	18,7 a	358,3 a	120,0 b	21,0 a
Omissão de Cu	2,5 a	13,7 ab	536,7 a	138,3 b	25,7 a
Omissão de Fe	2,6 a	14,7 ab	224,7 a	201,0 a	35,0 a
Omissão de Mn	2,3 ab	15,0 ab	402,7 a	34,3 c	22,3 a
Omissão de Zn	2,4 a	7,7 b	462,0 a	146,7 b	13,3 a
C.V. (%)	9,4	30,5	30,3	10,2	39,5
	<b>Colmo</b>				
Completo	1,9 a	19,0 a	107,7 ab	71,7 a	12,3 bc
Omissão de B	1,7 a	15,7 ab	96,7 ab	87,0 a	17,3 abc
Omissão de Cu	1,9 a	16,3 ab	87,7 b	100,7 a	21,0 abc
Omissão de Fe	2,0 a	4,7 c	73,0 b	107,0 a	30,3 a
Omissão de Mn	1,9 a	2,7 c	114,3 ab	10,0 b	14,0 bc
Omissão de Zn	1,7 a	9,0 bc	162,0 a	98,0 a	9,7 c
C.V. (%)	6,7	24,7	22,1	19,4	23,2
	<b>Raízes</b>				
Completo	2,1 a	17,0 c	528,7 bc	55,7 bc	12,7 ab
Omissão de B	2,0 a	25,0 abc	714,0 ab	127,3 bc	17,7 ab
Omissão de Cu	2,3 a	19,0 bc	645,0 ab	167,7 b	18,3 ab
Omissão de Fe	2,0 a	29,3 ab	290,7 c	380,7 a	24,0 a
Omissão de Mn	2,3 a	13,7 c	515,3 bc	13,7 c	16,7 ab
Omissão de Zn	2,0 a	33,3 a	850,3 a	110,7 bc	10,7 b
C.V. (%)	11,5	20,1	18,3	28,3	21,4

Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

## CONCLUSÕES

Os sintomas visuais de deficiências de nutrientes mostraram-se de uma maneira geral facilmente caracterizáveis.

A produção de massa seca foi afetada pela omissão de micronutrientes e o tratamento que mais afetou a massa seca das diferentes partes das plantas e das áreas foliares, foi à omissão de Fe.

O acúmulo de nutrientes nas plantas de sorgo obedeceu à seguinte ordem decrescente: Fe>Mn>Zn>Cu>B.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J.F.T. do; FONSECA, A.F.A. da; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.; FONTES, P.C.R. Deficiências de macronutrientes, Fe e B em manjerição (*Ocimum* sp.), em cultivo hidropônico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.265, p.297-308, 1999.

CAMARGOS, S.L. **Diagnose de deficiência, teor e acúmulo de nutrientes em castanheira-do-brasil**. 1999. 90f. Tese (Doutorado em Ciências) – CENA/USP, Piracicaba.

CEREDA, E.; ALMEIDA, I.M.L. de; GRASSI FILHO, H. Distúrbios nutricionais em maracujá doce (*Passiflora alata* Dryand) cultivado em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.4, p.241-244, 1991.

COELHO, A.M.; WAQUIL, J.M.; KARAN, D.; CASELA, C.R.; RIBAS, P.M. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba: POTAFOS, 2002. 24p. (Arquivo do Agrônomo – nº 14).

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas – princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. 341p.

GRANGEIRO, L.C.; COSTA, C.C.; CECÍLIO FILHO, A.B.; GRILLI, G.V.G.; COELHO, R.L.; BERGAMIN, L.G. Produção de rúcula em hidroponia com diferentes concentrações de cobre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.69-72, 2003.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas – Princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARROCOS, P.C.L. **Nutrição mineral da *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche**. 1997. 91f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – UFV, Viçosa.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Berne: International Potash Institute, 1987. 593p.

MIYAZAWA, M; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T.; CARMO, C.A.F.S. do; MELLO, W.J. de. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, J. C. **Manual de análise químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, p.171-224, 1999.

SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. Sintomas visuais de deficiências de micronutrientes e composição mineral de folhas em mudas de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1655-1662, 1999.

SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, v.1, n.3, p.231-233, 1975. (Nota técnica).

VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L. dos; FRANÇA, G.E. Calagem e adubação na cultura do sorgo In: EMBRAPA/CNPMS (Ed). **Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo**. 3.ed. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, p.19-26, 1988.

VELOSO, C.A.C. **Deficiências de macro e micronutrientes e toxidez de alumínio e manganês na pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.)**. 1993. 145f. Tese (Doutorado em Agronomia) – ESALQ, Piracicaba.

ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: EMBRAPA/CNPMS. **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, p.9-26, 1997.

★★★★★