NÍVEIS DE POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA INFLUENCIANDO O CRESCIMENTO E A COMPOSIÇÃO DA SOJA [*Glycine max*] (L.) Merril], cv. PARANÁ

CARLOS ALBERTO D'OLIVEIRA VENTURA

- Engenheiro Agrônomo -

Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN

Tese apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de
Concentração: Solos e Nutrição
de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro - 1987

V68n

Ventura, Carlos Alberto D'Oliveira

Níveis de potássio, cálcio e magnésio em solução nutritiva influenciando o crescimento e composição da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivar Paraná. Piracicaba, 1987. 65p.

Tese - ESALQ

Bibliografia

1. Macronutriente em soja. 2. Soja - Crescimento. 3. Soja - Composição. 4. Soja - Nutrição. 5. Tese. 1. Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 633.34

Por mais que os exalte,
muito ainda,
há de faltar.

Ao meu pai Aurélio (in memoriam)

À minha mãe Dolores

Aos meus filhos

Luís Cláudio e Carlos Alberto

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio Roque Dechen, que com amizade e incentivo sempre nos acolheu, com constantes orientações e elevação do sentido de ciência que sempre procurou transmitir, como também, pelo apoio e inestimável confiança durante a jornada que empreendemos;

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, pelo apoio necessário à realização do nosso curso;

Aos Docentes do Curso de Solos e Nutrição de Plantas, pelos ensinamentos transmitidos;

Ao Dr. Odemar Vicente dos Reis, Chefe da Divisão de Análise Estatística e Processamento de Dados da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, pelo grande incentivo e inestimável contribuição prestada quando da realização das análises estatísticas dos dados;

Ao Prof. Dr. Clóvis Pompílio de Abreu, do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, pela amizade e sugestões oferecidas durante as análises estatísticas;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico - CNPq, pela bolsa de estudos concedida;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pelas facilidades concedidas;

Aos Funcionários do laboratório da Seção de Nutrição de Plantas, da ESALQ pela colaboração prestada nas análises da soja.

Meus sinceros agradecimentos.

ÍNDICE

Pág.

LISTA DE TABELAS.	vi
RESUMO.	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.	3
2.1. Efeitos e deficiências na planta do K, Ca e Mg.	3
2.2. Efeitos antagônicos do K, Ca e Mg	5
2.3. Efeitos do K, Ca e Mg na cultura da soja.	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
4. RESULTADOS	17
5. DISCUSSÃO.	32
5.1. Altura das plantas e produção de matéria se <u>ca</u> pelas folhas e caules.	32
5.2. Concentração de nutrientes na matéria seca em função das doses de potássio, cálcio e magnésio.	32
5.2.1. Concentração de Nitrogênio	33
5.2.2. Concentração de Fósforo.	33
5.2.3. Concentração de Potássio	35
5.2.4. Concentração de Cálcio	37
5.2.5. Concentração de Magnésio	40

5.2.6. Concentração de Enxôfre.	45
5.2.7. Concentração de Boro	45
5.2.8. Concentração de Ferro.	46
5.2.9. Concentração de Manganês	48
5.2.10. Concentração de Zinco.	52
6. CONCLUSÕES	54
7. LITERATURA CITADA.	56

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Altura das plantas (m) e peso de matéria seca (g) nas folhas e caules da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	18
2	Concentração (%) de N, P e K na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.	19
3	Concentração (%) de Ca, Mg e S na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	20
4	Concentração (%) de N, P e K na matéria seca do caule da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva....	21
5	Concentração (%) de Ca, Mg e S na matéria seca do caule da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	22

6	Concentração (ppm) de B e Fe na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.	23
7	Concentração (ppm) de Mn e Zn na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	24
8	Concentração (ppm) B, Fe, Mn e Zn na matéria seca dos caules da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	25
9	Resumo da análise de variância das concentrações (%) de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das folhas superiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	26
10	Resumo da análise de variância das concentrações (%) de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das folhas inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	27

TABELA

Página

11	Resumo da análise de variância das concentrações (%) de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca dos caules da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	28
12	Resumo da análise de variância da concentração (ppm) de B, Fe, Mn e Zn na <u>ma</u> téria seca das folhas superiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	29
13	Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca das folhas inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	30
14	Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca dos caules da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.....	31
15	Concentração de P (%) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.....	33
16	Concentração de P (%) na matéria seca das folhas inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca e Mg na solução nutritiva.....	34

TABELA

Página

17	Concentração de K (%) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.....	35
18	Concentração de K (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva	36
19	Concentração de Ca (%) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.....	37
20	Concentração de Ca (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva	38
21	Concentração de Ca (%) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.....	38
22	Concentração de Ca (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.....	39
23	Concentração de Mg (%) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.....	40

TABELA

Página

24	Concentração de Mg (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva	41
25	Concentração de Mg (%) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.....	41
26	Concentração de Mg (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.....	42
27	Concentração de Mg (%) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.....	43
28	Concentração de Mg (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.....	43
29	Concentração de Mg (%) na matéria seca das folhas inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K e Mg na solução nutritiva.....	44

TABELA

Página

30	Concentração de Fe (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.....	46
31	Concentração de Fe (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K e Ca na solução nutritiva.....	47
32	Concentração de Mn (ppm) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.....	48
33	Concentração de Mn (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.....	48
34	Concentração de Mn (ppm) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.....	49
35	Concentração de Mn (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.....	50

TABELA

Página

36	Concentração de Mn (ppm) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.....	51
37	Concentração de Mn (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.....	51
38	Concentração de Zn (ppm) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.....	52

NÍVEIS DE POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO EM
SOLUÇÃO NUTRITIVA INFLUENCIANDO O
CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO DA SOJA
[*Glycine max* (L.) MERRILL], CULTIVAR PARANA

Autor: CARLOS ALBERTO d'OLIVEIRA VENTURA

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN

RESUMO

Plantas de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], da cultivar Paraná, foram cultivadas em casa-de-vegetação, empregando quartzo moído regado com solução nutritiva, com o objetivo de se estudar os níveis de K, Ca e Mg no substrato, bem como, os teores de nutrientes absorvidos e verificar as exigências nutricionais através do acúmulo de matéria seca e da análise dos teores dos nutrientes em questão. O delineamento experimental foi um fatorial 3^3 , estudando-se o K, Ca e Mg nas concentrações de 117 - 234 - 351 ppm de K; 100 - 200 - 300 ppm de Ca e 24 - 48 e 72 ppm de Mg. A colheita foi efetuada sessenta e dois dias após o plantio. As plantas foram separadas em: folhas superiores, folhas inferiores e caules e os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn e Zn foram determinados. Os resultados mostra

ram que: os tratamentos utilizados não afetaram a altura das plantas e a massa de matéria seca; o incremento na dose de K, Ca e Mg, aumentou a concentração do elemento em questão, nas folhas superiores, inferiores e caules; o teor de Ca nas folhas superiores, nas folhas inferiores e no caule diminuiu com a elevação das doses de K; o teor de Mg nas folhas superiores e no caule, decresceu com o aumento das doses de K; a elevação das doses de Ca diminuiu o teor de Mg nas folhas superiores, inferiores e no caule; o acréscimo na dose K diminuiu as concentrações de P, Ca, Mg, Mn e Zn nas folhas superiores, folhas inferiores e no caule; o acréscimo na dose Ca provocou diminuição nas concentrações de Mg e Mn, nas folhas superiores, inferiores e no caule; o aumento na dose de Mg diminuiu as concentrações de Fe e Mn nas folhas superiores, folhas inferiores e no caule.

POTASSIUM, CALCIUM AND MAGNESIUM LEVELS IN
NUTRITIVE SOLUTION INFLUENCING THE GROWTH
AND CHEMICAL COMPOSITION OF SOYBEAN
[*Glycine max* (L.) MERRILL] CULTIVAR PARANÁ

Author: CARLOS ALBERTO d'OLIVEIRA VENTURA

Adviser: Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN

SUMMARY

Soybean plants [*Glycine max* (L.) Merrill] cv. Paraná were cultivated on substrat grinded quartz substrat with nutritive solution, under greenhouse conditions. The objectives were to study the K, Ca and Mg levels as well as the nutrient requirements of soybean. The experimental design was 3^3 factorial, in witch the concentrations were 117 - 234 - 351 ppm for K, 100 - 200 - 300 ppm for Ca and 24 - 48 - 72 ppm for Mg. 62 days after of showing the plants were harvested and the upper leaves, lower leaves and stem were dried for determination of dry matter (DM) and N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn and Zn content. The results showed that the plant height and DM were not affected by the increasing amounts of K, Ca and Mg; addition of K, Ca and Mg increased the DM of all plant parts; Ca content in all plant parts decreased with increasing doses of K; Mg content

in the upper leaves and stem decreased with increasing rates of K; Mg content in all plant parts decreased with increasing doses of Ca; the increasing amount of K decreased the P, Ca, Mg, Mn and Zn concentration in all plant parts, whereas the application of Ca decreased Mg and Mn concentration in all parts; the increasing dosage of Mg decreased Fe and Mn concentration in of all plant parts.

1. INTRODUÇÃO

A determinação das quantidades de nutrientes a serem adicionados ao solo, de forma a proporcionarem a máxima produção econômica de uma cultura, é tarefa difícil por causa de inúmeros fatores envolvidos.

Estudos têm sido feitos em relação à adubação com vistas à produtividade da soja; têm-se procurado estudar as formas de aplicação e através da análise do material vegetal tem se procurado determinar qual a melhor maneira de proporcionar uma adubação adequada.

O aumento da produtividade é resultado de dois fatores principais: lançamento de novas cultivares e maior utilização de fertilizantes, corretivos e zoneamento agrícola.

Na literatura encontra-se informações de que o equilíbrio entre os nutrientes K, Ca e Mg, é importante na nutrição das plantas, verificando um antagonismo entre os mesmos de tal forma que um desequilíbrio de concentração provoca influências recíprocas em termos de disponibilidade no solo, absorção e translocação na planta.

Estudos têm procurado esclarecer o comportamento desses cátions para se caracterizar e compreender melhor o fenômeno ao nível da fertilidade do solo.

Pode-se inferir que a adubação assume grande

importância e com isto supõe-se que maiores conhecimentos sobre a interação K, Ca e Mg, trarão melhores condições para definições de cultivares e níveis de adubações.

Desta forma, constituem-se em objetivos do presente trabalho, o estudo dos níveis de K, Ca e Mg no substrato bem como, os teores dos nutrientes absorvidos e verificar as exigências nutricionais através do acúmulo de matéria seca e análise dos teores dos nutrientes em questão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Relações entre o K, o Ca e o Mg no solo, seus efeitos nos processos de absorção e acumulação de nutrientes, bem como a influência no crescimento e produtividade das culturas, têm sido bastante estudadas e enfatizadas MUNSON, 1968; COIC & LESAIN, 1971; TALIBUDEEN, 1972; TINKER, 1973; MIELNICZUCK, 1978.

2.1. EFEITOS E DEFICIÊNCIAS NA PLANTA DO K, CA E MG

De acordo com ROSOLEM (1982) o K é o segundo nutriente mais absorvido e mais exportado pela soja, sendo superado apenas pelo N; este autor também relatou que muito conhecida a relação do K com o Ca e o Mg, sendo que as porcentagens de Ca e Mg são frequentemente reduzidas com a aplicação do K. Entretanto, o maior crescimento da planta em resposta à adubação com K pode fazer com que ela contenha maiores quantidades de Ca e Mg.

Segundo MASCARENHAS et alii (1976) o K pode promover aumento na nodulação das raízes da soja, na fixação do N, no número de vagens por planta, na porcentagem de vagens granadas e no tamanho e teor de óleo da semente; pode promover, ainda, diminuição nos danos causados por ne

matóides e conferir certa resistência ao fungo *Diaporthe phaseolorum*.

Sabe-se que o Ca é um dos nutrientes requeridos em maior quantidade, tanto para a nodulação como para o crescimento do *Rhizobium*. De acordo com MINOTTI et alii (1968), interações significativas do Ca com o K podem ocorrer quando o solo é deficiente em um ou em ambos os nutrientes.

Embora existam estudos demonstrando que o efeito do Ca na fixação do N depende do pH, não havendo efeito favorável quando este é menor que 5,0. O trabalho realizado em solução nutritiva de MOSER (1943) mostrou que entre pH 4,0 e 6,0, a concentração de ions H^+ teve pouca importância na fixação; mas o efeito do Ca, contudo foi significativo.

Foi demonstrado ainda (JACKSON & EVANS, 1962) que o Ca tem um efeito regulador na absorção de K e Mg pela soja e que o Mg, além de seus efeitos na planta, é essencial para a fixação simbiótica do N, agindo direta ou indiretamente através do acréscimo nas taxas de fotossíntese e de crescimento.

ROSOLEM (1982) mostrou que, aumentando-se o Mg disponível, há um decréscimo na absorção de K e Ca, e parece haver influência do Mg na redistribuição do P da parte vegetativa da planta para as sementes de soja. Este aumento o autor frisa, ainda, que um excesso de calcário dolomítico, ou seja, de Ca e Mg, pode acentuar uma eventual

diminuição de K do solo.

De conformidade com BRAUNSCHEIG (1986), o Mg é o quinto nutriente absorvido em termos de quantidade depois do N, P, K e Ca e que, até recentemente, não havia sido dada a devida prioridade para a adubação com Mg, quando comparado com os outros micronutrientes.

De acordo com MALAVOLTA et alii (1974) os sintomas de deficiência de K em soja segue o padrão comum às outras culturas, podendo aparecer logo no início do ciclo. Inicialmente há um amarelecimento irregular das bordas das folhas. Se a deficiência continua, somente a parte central e basal da folha fica verde, havendo morte e secamento do restante do limbo foliar. Esses sintomas aparecem primeiramente nas folhas mais velhas. Já com relação ao Ca, a deficiência provoca clorose internerval. Eles afirmam, ainda, que os sintomas de deficiência do Mg caracterizam-se por clorose internerval, ficando as nervuras verdes.

2.2. EFEITOS ANTAGÔNICOS DO K, CA E MG

MALAVOLTA (1976), mostrou que a deficiência de Mg induzida pelo excesso de K nas condições brasileiras tem sido observada em solos ácidos, onde são empregadas fórmulas de adubação relativamente ricas neste cátion monovalente. Todavia, afirma o autor, nem sempre a interação

entre esses nutrientes é mais pronunciada em solos com baixo valor de pH.

MILLER et alii (1961) estudaram as relações entre concentração de P e de K, em folhas e caules de soja e verificaram uma correlação altamente positiva entre os dois elementos e, também entre o teor de K nas folhas e a produção de grãos. Entretanto, CORDEIRO et alii (1979) observaram que os teores de K no tecido da planta não apresentaram correlação com a produção de grãos, concluindo que doses elevadas de P no solo proporciona um "consumo de luxo" de K pela planta.

EVANS et alii (1960) verificaram que teores insuficientes ou mesmo ausência de Ca na solução nutritiva provoca aumentos do teor de Mg, P, K e B nas folhas de soja, o que indica a existência de interação entre o P e o Ca na nutrição da soja.

CORDEIRO et alii (1979) confirmam a existência de uma possível interação dos íons Mg e P. Embora existam na literatura inúmeros trabalhos mostrando os efeitos benéficos do Mg na absorção de P pela planta, inexistem investigações que mostrem o efeito do P na absorção do Mg.

Segundo LUNDEGARDH (1966), a interferência negativa de um íon sobre a absorção de outro pela planta, como acontece com o Ca em relação ao Mg e ao K, ou com o K em relação ao Ca e ao Mg, pode ser chamada de antagonismo. O referido autor mostrou ainda que, para concentrações

externas iguais de K e Ca, maior quantidade de K é absorvida, e concluiu que a capacidade competitiva dos cátions obedeceu a seguinte ordem: $K^+ > Na^+ > Mg^{++} > Ca^{++}$, ou seja, o Ca é o cátion de menor capacidade competitiva, enquanto o K é o de maior.

O efeito antagônico do K sobre a absorção de alguns íons pode resultar diminuição de produção devido à indução de deficiência de Ca (LOUË, 1965; BARBER, 1968; COREY, 1973), mesmo num sistema com adequada quantidade desses cátions divalentes (COREY, 1973).

Experimentos de adubação conduzidos com algumas culturas têm demonstrado, até certo ponto, que a aplicação de doses mais elevadas de fertilizantes potássicos poderá reduzir o teor foliar de Ca, conduzindo a um decréscimo na produção.

LUCAS & SCARSETH (1947) mostraram que o aumento na quantidade de um cátion na planta, de maneira geral, reduz a quantidade de um ou mais cátions. Esses mesmos autores verificaram também que, tanto o K pode reduzir a absorção de Ca e/ou Mg, como estes podem diminuir a absorção do K.

COLLANDER (1941), trabalhando com vinte espécies de plantas em solução nutritiva, relatou que o aumento na concentração de K afetou, de maneira não acentuada, a absorção do Ca.

MEDVEDEVA (1968), KHAN & HANSON (1957), WELTE & WERNER (1963) relataram que o antagonismo entre os cá

tions K e Ca é mais intenso que entre K e Mg.

Resnik (1965), citado por MALAVOLTA (1976), mostrou que o efeito do Ca, aumentando ou diminuindo a absorção do K, está na dependência da relação Ca/K na solução externa. Sempre que a relação é alta há antagonismo e a absorção de K diminui.

De acordo com HOVLAND & CARDWELL (1965), a alta quantidade de K nas plantas poderá de alguma maneira, dificultar ao Mg a execução das suas funções na planta, interferindo, assim, no metabolismo do mesmo.

Outrossim, YORK et alii (1953) relataram que a adição excessiva de K aos solos apresentou um efeito negativo sobre a absorção de Ca e Mg pelas plantas.

Nos trabalhos de BAROWS & DROSDOFF (1958) ficou caracterizado que os aumentos dos teores de K nas folhas, em função da fertilização potássica, dependia dos níveis de Ca e de Mg no solo. Quando doses altas destes elementos foram aplicadas conjuntamente, o teor de K nas folhas foi reduzido. Os autores observaram, ainda, que essa redução foi pequena quando apenas o Ca foi aplicado associado com alto nível de K. Quando foram aplicados baixos níveis de Ca associados a altos níveis de Mg e K, esta redução foi bem mais intensa.

ANDREW & ROBINS (1969), conduzindo estudos com leguminosas forrageiras, verificaram que a adição de K causou um decréscimo no teor de Ca e Mg na planta, mas esse efeito não foi o mesmo para todas as leguminosas estudadas.

A interação do K com o N e o P tem sido bastante estudada, segundo DIBB & THOMPSON, 1985. Estes autores afirmaram que o K é reconhecido como sendo de grande eficiência para a utilização do N, e que a forma de N disponível (NO_3^- ou NH_4^+), tem significativa importância na interação N - K, resultando na mudança de comportamento dos outros íons absorvidos pela planta, especialmente Ca^+ e Mg^+ . Também relataram que, em contraste com o N, não tem sido observada acentuada interação fisiológica entre o P e K na planta. Estes mesmos autores verificaram também interações entre o K e micronutrientes, e chegaram à conclusão de que algumas destas interações (B, Fe e Mo), foram diminuídas com a aplicação de K, enquanto outras (Cu e Zn) têm aumentado com a aplicação do K.

2.3. EFEITO DO K, CA E MG NA CULTURA DA SOJA

LINGLE et alii (1963) verificaram efeito competitivo na absorção do Fe pelo K, Ca e Mg em plantas de soja cultivadas em solução nutritiva. Resultados semelhantes foram obtidos por MENGEL & KIRBY (1979).

BOLE-JONES (1955) afirmou que pouco se conhece da interação de K com o Mn, sobre a absorção e distri-

buição em plantas de soja. Reportou em folhas de batata, que aumentos na concentração de K, resultava aumentos na concentração de Mn, sendo possível que a adição de K possa acentuar a toxidez do Mn pelo aumento da absorção deste elemento.

ROSOLEM (1982) afirmou que a soja é muito sensível à toxidez de B, e que pode ocorrer deficiência de B induzida pela aplicação de altas doses de K e a aplicação de B pode prevenir a diminuição dos teores de Ca e Mg com a aplicação de K.

Quando submetidas às mesmas concentrações externas, plantas diferentes reagem de maneira também diferentes no que tange aos aspectos do antagonismo. Assim, KAAH & HANSON (1957), em estudos com soja e milho, verificaram que o efeito antagônico foi maior na soja do que no milho.

ROSOLEM & NAKAGAWA (1985) conduziram um experimento de campo com soja durante 3 anos, em que metade das parcelas recebera, 0, 40, 80, 160 e 240 kg de K_2O /ha, e a outra metade não foi adubada. Verificaram que, além de ter havido um efeito residual do K, a aplicação de 240kg de K_2O /ha teve o mesmo efeito que 80kg de K_2O /ha. Além disso, concluíram que as plantas adubadas absorveram mais K que as não adubadas.

OHLEGG & KAMPATH (1968) mostraram que o nível desejado de Ca e Mg no solo para a cultura da soja está diretamente relacionado com a acidez e com as proprie

dades químicas do solo. Os autores afirmaram ainda que, o desenvolvimento da soja é pequeno quando o teor de Al é maior do que o Ca, Mg e K.

Segundo EVANS et alii (1950), o excesso de Mg diminui drásticamente a concentração de K nas folhas da soja, cultivada em solução nutritiva.

LEGGET & GILBERT (1969) relataram que o conteúdo de Ca em plantas de soja aumentou substancialmente com a adição do elemento na solução nutritiva.

LUTZ & JONES (1975) estudaram o efeito da aplicação de calcário e fertilizantes sobre a produção da soja, e verificaram que o teor de K nas folhas aumentou com a elevação do nível de K adicionado ao solo.

SOARES (1978), trabalhando com soja, concluiu que ocorreu sinergismo, bem caracterizado, do Ca na absorção do K, mas o Mg não influenciou a absorção de potássio; verificaram também que os teores de K, Ca e Mg na planta, relacionaram-se diretamente com os seus níveis no solo.

TERMAN (1977) verificou que as produções máximas de matéria seca e a absorção de K, Ca e Mg ocorreram aos 118 dias após a germinação, dados estes que discordam daqueles obtidos por MASCARENHAS (1973) o qual em estudos com soja, observou durante o aumento da mesma, intenso acúmulo de matéria seca próximo aos 80^o dia após a germinação.

SFREDO et alii (1986) constataram que o iní-

cio do período de maior absorção dos macronutrientes está na faixa de 38 a 59 dias de idade da planta de soja.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Química, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba (SP), tendo sido iniciado em 20/11/85.

Foram utilizadas sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], variedade Paraná, procedente da EMBRAPA, do Centro Nacional de Pesquisa de Soja em Londrina (PR). Esta variedade tem um ciclo médio de 120 dias e uma altura média em torno de 65 cm. É uma das variedades mais precoces, apresentando crescimento extremamente rápido.

Utilizaram-se para semeadura, vasos cilíndricos de plástico com capacidade para 3,6 litros com 18 cm de diâmetro por 18 cm de profundidade contendo os mesmos iguais volumes de quartzo moído e lavado. Foram colocadas por vaso 8 sementes para germinar, deixando-se 2 plantas por vaso, 10 dias após a semeadura.

As plantas foram regadas com solução nutritiva completa, segundo SARRUGE (1975), diluída na razão de 1:2 com água destilada, ou seja, uma parte de solução nutritiva e duas de água.

Durante todo o desenvolvimento do ensaio utilizou-se água desmineralizada para completar quando ne-

cessário, o volume da solução dos frascos. A drenagem ocorria através do orifício no fundo de cada recipiente o qual era ligado com tubo plástico aos frascos coletores, com capacidade de 1 litro.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com arranjo fatorial 3^3 e 2 blocos, sendo que, cada tratamento por bloco foi constituído de 2 recipientes trabalhando-se, portanto, com as médias dos tratamentos.

O potássio, o cálcio e o magnésio, foram estudados nas seguintes concentrações:

Potássio: $K_1 = 117$ $K_2 = 234$ $K_3 = 351\text{ppm}$

Cálcio: $Ca_1 = 100$ $Ca_2 = 200$ $Ca_3 = 300\text{ppm}$

Magnésio: $Mg_1 = 24$ $Mg_2 = 48$ $Mg_3 = 72\text{ppm}$

As concentrações de 234ppm de K, 200ppm de Ca e 48ppm de Mg correspondem àquelas recomendadas por SAR RUGE (1975) para a solução nutritiva completa. A concentração dos demais elementos foi mantida segundo a da solução nutritiva original.

Durante o ensaio foram realizadas algumas pulverizações com o Acaricida Keltane 18,5 CE do grupo clorado e o Inseticida Sevin 85 PM do grupo carbamato, com a finalidade de combater o ataque de ácaros e da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*).

Na colheita (22/01/86) mediu-se a altura das

plantas (do ápice a base) e, após, a colheita as mesmas foram separadas em folhas superiores, folhas inferiores e caules, considerando-se como folhas superiores e inferiores aquelas situadas acima e abaixo da porção mediana do caule, respectivamente.

O material colhido foi lavado e seco em estufa sob temperatura de 60° - 65° C.

Após a determinação da massa de material seco, procedeu-se a moagem em moíño tipo Wiley equipado com peneira de malha 20. Foram feitas análises para o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxôfre, boro, ferro, manganês e zinco, conforme metodologia descrita por SARRUGE e HAAG (1974), sendo as determinações realizadas conforme:

N: Digestão sulfúrica e destilação pelo método microKjeldall.

P: Digestão nitro-perclórica e determinação calorimétrica.

K: Digestão nitro-perclórica e determinação por fotometria de chama.

Ca e Mg: Digestão nitro-perclórica e determinação por absorção atômica.

S: Digestão nítrico-perclórica e determinação por leitura do bário em absorção atômica.

B: Inceneração a 550° C, adição do HClN e determinação calorimétrica do B pelo método da curcumina.

Fe, Mn e Zn: Digestão nítrico-perclórica e determinação por absorção atômica.

4. RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os dados obtidos da altura das plantas e produção de matéria seca nas folhas e caules.

As concentrações de macro e micronutrientes determinadas na matéria seca das folhas superiores, folhas inferiores e caule encontram-se nas Tabelas 2 a 5 e 6 a 8 respectivamente, e os resumos das análises de variância nas Tabelas 9 a 14.

Tabela 1 - Altura das plantas (m) e peso de matéria seca (g) nas folhas e caules da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

TRATAMENTOS	Altura (cm)		Peso de matéria seca (g)			
			Folhas		Caules	
	I	II	I	II	I	II
*K ₁ Ca ₁ Mg ₁	1,12	0,91	8,62	6,92	15,45	12,55
K ₁ Ca ₁ Mg ₂	1,05	0,97	7,85	7,95	14,40	14,55
K ₁ Ca ₁ Mg ₃	1,09	0,95	7,75	8,30	13,50	13,85
K ₁ Ca ₂ Mg ₁	1,13	0,91	7,90	8,47	13,10	13,00
K ₁ Ca ₂ Mg ₂	1,14	0,94	8,70	7,10	16,40	13,10
K ₁ Ca ₂ Mg ₃	1,04	1,05	7,92	7,25	14,15	20,15
K ₁ Ca ₃ Mg ₁	0,95	1,08	7,90	8,42	14,25	14,05
K ₁ Ca ₃ Mg ₂	1,05	1,15	7,25	8,67	13,60	15,05
K ₁ Ca ₃ Mg ₃	1,15	1,12	7,95	5,12	14,10	9,20
K ₂ Ca ₁ Mg ₁	1,50	1,02	7,72	8,05	15,50	16,40
K ₂ Ca ₁ Mg ₂	1,13	0,99	8,32	7,17	15,10	11,70
K ₂ Ca ₁ Mg ₃	1,08	1,00	8,22	8,20	14,10	14,85
K ₂ Ca ₂ Mg ₁	1,18	0,95	8,47	9,72	15,30	13,50
K ₂ Ca ₂ Mg ₂	1,17	1,07	9,17	7,85	14,95	13,50
K ₂ Ca ₂ Mg ₃	1,02	0,93	7,90	6,35	15,00	10,20
K ₂ Ca ₃ Mg ₁	1,17	1,10	8,17	5,70	14,45	12,85
K ₂ Ca ₃ Mg ₂	1,07	1,08	7,92	6,50	14,60	12,00
K ₂ Ca ₃ Mg ₃	1,16	1,00	8,92	7,22	16,05	13,40
K ₃ Ca ₁ Mg ₁	1,05	1,09	7,95	7,95	16,15	15,05
K ₃ Ca ₁ Mg ₂	1,08	0,94	7,40	6,40	13,95	11,20
K ₃ Ca ₁ Mg ₃	1,08	1,08	7,62	8,47	13,85	13,55
K ₃ Ca ₂ Mg ₁	1,10	1,15	7,90	7,85	15,60	15,65
K ₃ Ca ₂ Mg ₂	1,07	1,05	7,75	8,12	14,40	13,70
K ₃ Ca ₂ Mg ₃	1,10	1,12	7,57	7,45	13,55	14,50
K ₃ Ca ₃ Mg ₁	1,11	0,94	8,35	7,30	14,05	12,00
K ₃ Ca ₃ Mg ₂	1,12	0,99	8,65	7,07	15,00	11,35
K ₃ Ca ₃ Mg ₃	0,97	0,90	7,20	7,70	12,90	11,85
Média Geral	1,08		7,78		14,00	
C.V. (%)	13,79		10,34		11,43	

* K₁ = 117 ppm K; Ca₁ = 100 ppm Ca; Mg₁ = 24 ppm Mg.

K₂ = 234 ppm K; Ca₂ = 200 ppm Ca; Mg₂ = 48 ppm Mg.

K₃ = 351 ppm K; Ca₃ = 300 ppm Ca; Mg₃ = 72 ppm Mg.

Tabela 2 - Concentração (%) de N, P e K na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

	P. Superior		N. Inferior		P. Superior		P. Inferior		P. Superior		F. Inferior	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
*K ₁ Ca ₁ Mg ₁	2,03	2,38	2,09	1,36	0,36	0,37	0,34	0,36	1,91	1,95	1,53	1,64
X ₁ Ca ₁ Mg ₂	2,79	3,01	2,25	2,08	0,34	0,28	0,33	0,27	2,18	1,99	1,84	1,83
K ₁ Ca ₁ Mg ₃	3,04	2,82	2,51	2,04	0,38	0,29	0,32	0,24	2,03	2,25	1,57	1,72
X ₁ Ca ₂ Mg ₁	2,81	2,81	2,03	2,26	0,37	0,31	0,32	0,22	1,91	2,06	1,57	1,68
K ₁ Ca ₂ Mg ₂	2,73	3,48	1,98	2,29	0,32	0,33	0,26	0,25	1,79	2,14	1,03	1,60
X ₁ Ca ₂ Mg ₃	3,20	3,20	3,70	2,53	0,40	0,37	0,36	0,25	2,10	1,99	1,91	1,45
K ₁ Ca ₃ Mg ₁	3,43	2,96	2,55	2,51	0,39	0,33	0,31	0,26	2,09	1,95	1,84	1,63
K ₁ Ca ₃ Mg ₂	3,32	3,41	2,43	2,39	0,40	0,28	0,31	0,20	2,20	1,95	1,80	1,56
K ₁ Ca ₃ Mg ₃	3,59	2,78	2,53	2,49	0,38	0,44	0,29	0,34	2,06	2,14	1,64	1,45
X ₂ Ca ₁ Mg ₁	4,07	2,94	2,42	2,27	0,34	0,24	0,27	0,23	3,40	2,98	3,06	2,83
X ₂ Ca ₁ Mg ₂	3,29	3,15	2,35	2,27	0,33	0,33	0,36	0,29	2,94	3,10	2,63	3,10
X ₂ Ca ₁ Mg ₃	2,33	2,71	2,45	2,67	0,34	0,30	0,25	0,23	2,79	3,02	2,45	2,86
X ₂ Ca ₂ Mg ₁	2,34	3,53	2,14	2,69	0,36	0,26	0,27	0,18	3,02	2,90	2,83	2,79
X ₂ Ca ₂ Mg ₂	3,10	3,01	1,96	2,27	0,35	0,31	0,23	0,26	2,90	2,83	2,52	2,98
X ₂ Ca ₂ Mg ₃	3,70	3,83	2,70	2,67	0,31	0,36	0,30	0,32	2,83	3,37	2,83	2,98
X ₂ Ca ₃ Mg ₁	2,73	3,49	1,61	2,58	0,33	0,36	0,27	0,28	3,17	3,17	3,17	2,94
X ₂ Ca ₃ Mg ₂	3,13	3,36	1,76	2,80	0,37	0,34	0,28	0,34	3,21	3,25	2,83	3,33
X ₂ Ca ₃ Mg ₃	3,32	3,02	0,76	3,01	0,31	0,28	0,27	0,23	2,79	3,17	2,98	3,17
X ₃ Ca ₁ Mg ₁	2,95	3,26	2,39	2,82	0,31	0,27	0,29	0,47	3,59	3,29	3,55	6,54
X ₃ Ca ₁ Mg ₂	1,82	3,00	2,13	2,29	0,34	0,37	0,30	0,38	3,44	3,82	3,52	3,63
X ₃ Ca ₁ Mg ₃	5,16	3,01	2,46	2,50	0,35	0,27	0,29	0,21	3,17	2,94	3,02	3,02
X ₃ Ca ₂ Mg ₁	3,41	2,88	2,83	2,48	0,34	0,30	0,29	0,24	3,21	3,63	3,25	3,67
X ₃ Ca ₂ Mg ₂	3,65	3,04	2,60	1,99	0,29	0,30	0,25	0,22	3,33	3,55	3,17	3,17
X ₃ Ca ₂ Mg ₃	3,66	2,55	2,39	2,36	0,36	0,31	0,31	0,24	3,52	3,36	3,60	3,37
X ₃ Ca ₃ Mg ₁	2,60	2,82	2,44	2,85	0,33	0,33	0,27	0,20	3,67	3,60	3,44	3,36
X ₃ Ca ₃ Mg ₂	2,85	3,74	2,62	2,99	0,31	0,36	0,25	0,26	3,48	3,82	3,14	3,63
X ₃ Ca ₃ Mg ₃	2,71	3,35	2,43	2,57	0,39	0,32	0,29	0,21	3,52	3,52	3,09	3,21
Média Geral	3,11	2,38	2,38	0,33			0,27		2,85		2,68	
C.V. (%)	16,89	18,82	10,50				17,08		6,18		16,40	

* K₁ = 117 ppm K; Ca₁ = 100 ppm Ca; Mg₁ = 24 ppm Mg.

K₂ = 234 ppm K; Ca₂ = 200 ppm Ca; Mg₂ = 48 ppm Mg.

K₃ = 351 ppm K; Ca₃ = 300 ppm Ca; Mg₃ = 72 ppm Mg.

Tabela 3 - Concentração (%) de Ca, Mg e S na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

	Ca				Mg				S			
	P. Superior		P. Inferior		P. Superior		P. Inferior		P. Superior		P. Inferior	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
*K ₁ Ca ₁ Mg ₁	0,99	0,80	1,10	1,05	0,38	0,35	0,44	0,41	0,38	0,28	0,42	0,29
K ₁ Ca ₁ Mg ₂	0,71	0,69	1,48	0,83	0,72	0,67	0,86	0,72	0,39	0,31	0,32	0,34
K ₁ Ca ₁ Mg ₃	0,60	0,57	0,77	0,72	0,45	0,87	0,95	0,96	0,30	0,33	0,29	0,21
K ₁ Ca ₂ Mg ₁	0,77	1,16	1,54	1,54	0,39	0,44	0,52	0,48	0,39	0,27	0,36	0,24
K ₁ Ca ₂ Mg ₂	0,60	0,98	1,48	1,42	0,67	0,65	0,81	0,74	0,36	0,28	0,20	0,31
K ₁ Ca ₂ Mg ₃	0,44	1,14	0,60	1,56	0,84	0,87	0,83	0,48	0,36	0,19	0,26	0,26
K ₁ Ca ₃ Mg ₁	2,09	1,26	2,09	1,34	0,37	0,31	0,51	0,42	0,30	0,16	0,28	0,15
K ₁ Ca ₃ Mg ₂	2,20	1,13	2,14	1,61	0,62	0,52	0,73	0,59	0,25	0,14	0,24	0,14
K ₁ Ca ₃ Mg ₃	2,25	1,53	2,47	1,96	0,82	0,79	0,87	0,82	0,22	0,20	0,17	0,17
K ₂ Ca ₁ Mg ₁	1,26	0,52	1,65	0,95	0,63	0,36	0,57	0,42	0,33	0,32	0,35	0,26
K ₂ Ca ₁ Mg ₂	1,32	0,76	1,65	1,04	0,73	0,78	0,75	0,83	0,30	0,29	0,07	0,25
K ₂ Ca ₁ Mg ₃	0,93	0,54	1,43	0,80	0,99	0,88	1,05	0,95	0,09	0,17	0,19	0,23
K ₂ Ca ₂ Mg ₁	1,59	0,96	2,05	1,37	0,69	0,36	0,44	0,44	0,01	0,32	0,12	0,32
K ₂ Ca ₂ Mg ₂	1,65	0,92	1,54	1,14	0,72	0,57	0,63	0,55	0,27	0,35	0,25	0,27
K ₂ Ca ₂ Mg ₃	1,48	0,87	2,03	1,24	0,80	0,72	0,94	0,90	0,19	0,29	0,26	0,33
K ₂ Ca ₃ Mg ₁	2,03	1,32	2,25	1,90	0,38	0,60	0,43	0,34	0,18	0,29	0,33	0,25
K ₂ Ca ₃ Mg ₂	1,65	1,38	1,43	1,76	0,57	0,45	0,68	0,54	0,30	0,30	0,21	0,31
K ₂ Ca ₃ Mg ₃	0,77	1,17	1,70	1,54	0,64	0,64	0,85	0,76	0,24	0,22	0,20	0,35
K ₃ Ca ₁ Mg ₁	0,54	0,56	1,10	1,17	0,31	0,27	0,38	0,47	0,21	0,41	0,25	0,37
K ₃ Ca ₁ Mg ₂	0,77	0,62	1,10	0,85	0,62	0,58	0,66	0,64	0,32	0,41	0,37	0,35
K ₃ Ca ₁ Mg ₃	0,54	0,57	0,71	0,81	0,66	0,70	0,70	0,72	0,25	0,27	0,22	0,25
K ₃ Ca ₂ Mg ₁	0,99	0,95	1,10	1,19	0,35	0,34	0,40	0,37	0,15	0,35	0,31	0,47
K ₃ Ca ₂ Mg ₂	0,88	0,81	1,21	0,95	0,49	0,54	0,54	0,50	0,18	0,23	0,14	0,42
K ₃ Ca ₂ Mg ₃	1,26	0,78	1,04	1,09	0,52	0,72	0,59	0,79	0,19	0,37	0,17	0,43
K ₃ Ca ₃ Mg ₁	1,32	1,15	1,87	1,58	0,31	0,33	0,35	0,32	0,27	0,53	0,20	0,43
K ₃ Ca ₃ Mg ₂	0,55	1,15	1,10	1,41	0,47	0,55	0,49	0,55	0,22	0,38	0,03	0,22
K ₃ Ca ₃ Mg ₃	1,32	1,08	1,32	1,43	0,63	0,57	0,63	0,65	0,24	0,27	0,13	0,15
Média Geral	1,05		1,37		0,58		0,62		0,27		0,26	
C.V. (%)	31,00		21,00		13,97		11,28		32,28		33,74	

* K₁ = 117 ppm K; Ca₁ = 100 ppm Ca; Mg₁ = 24 ppm Mg.

K₂ = 234 ppm K; Ca₂ = 200 ppm Ca; Mg₂ = 48 ppm Mg.

K₃ = 351 ppm K; Ca₃ = 300 ppm Ca; Mg₃ = 72 ppm Mg.

Tabela 4 - Concentração (%) de N, P e K na matéria seca do caule da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

TRATAMENTOS	N		P		K	
	I	II	I	II	I	II
*K ₁ Ca ₁ Mg ₁	1,36	1,44	0,29	0,31	1,14	1,37
K ₁ Ca ₁ Mg ₂	1,24	1,05	0,29	0,22	1,26	1,07
K ₁ Ca ₁ Mg ₃	1,11	1,36	0,33	0,26	1,41	1,37
K ₁ Ca ₂ Mg ₁	1,03	1,05	0,22	0,23	1,07	1,37
K ₁ Ca ₂ Mg ₂	1,43	1,43	0,27	0,31	1,22	1,45
K ₁ Ca ₂ Mg ₃	1,21	1,24	0,34	0,26	1,22	1,38
K ₁ Ca ₃ Mg ₁	1,08	1,32	0,29	0,24	1,07	1,14
K ₁ Ca ₃ Mg ₂	1,13	1,13	0,31	0,21	1,30	1,26
K ₁ Ca ₃ Mg ₃	1,24	1,13	0,32	0,23	1,41	1,37
K ₂ Ca ₁ Mg ₁	1,28	1,15	0,26	0,24	2,06	1,61
K ₂ Ca ₁ Mg ₂	1,07	1,33	0,30	0,24	1,99	2,22
K ₂ Ca ₁ Mg ₃	1,01	1,14	0,29	0,26	1,99	2,16
K ₂ Ca ₂ Mg ₁	1,04	1,45	0,28	0,19	1,84	1,76
K ₂ Ca ₂ Mg ₂	1,36	1,18	0,25	0,30	0,91	2,10
K ₂ Ca ₂ Mg ₃	1,14	1,45	0,34	0,33	1,94	1,98
K ₂ Ca ₃ Mg ₁	1,26	1,24	0,22	0,27	1,60	2,10
K ₂ Ca ₃ Mg ₂	1,12	1,18	0,29	0,32	1,83	2,22
K ₂ Ca ₃ Mg ₃	2,95	1,43	0,31	0,16	1,72	1,17
K ₃ Ca ₁ Mg ₁	1,39	1,32	0,26	0,12	1,53	2,41
K ₃ Ca ₁ Mg ₂	1,17	1,22	0,30	0,30	2,33	3,17
K ₃ Ca ₁ Mg ₃	1,21	1,17	0,33	0,19	1,80	1,60
K ₃ Ca ₂ Mg ₁	1,11	1,68	0,29	0,27	2,29	2,33
K ₃ Ca ₂ Mg ₂	1,37	1,21	0,30	0,17	2,18	1,95
K ₃ Ca ₂ Mg ₃	1,42	1,19	0,34	0,25	2,14	2,29
K ₃ Ca ₃ Mg ₁	0,94	1,28	0,33	0,23	2,45	2,37
K ₃ Ca ₃ Mg ₂	1,36	1,33	0,31	0,22	2,18	2,48
K ₃ Ca ₃ Mg ₃	0,84	1,28	0,26	0,19	1,87	2,02
Média Geral	1,26		0,26		1,76	
C.V. %	20,82		16,01		15,45	

* K₁ = 117 ppm K; Ca₁ = 100 ppm Ca; Mg₁ = 24 ppm Mg.

K₂ = 234 ppm K; Ca₂ = 200 ppm Ca; Mg₂ = 48 ppm Mg.

K₃ = 351 ppm K; Ca₃ = 300 ppm Ca; Mg₃ = 72 ppm Mg.

Tabela 5 - Concentração (%) de Ca, Mg e S na matéria seca do caule da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

TRATAMENTOS	Ca		Mg		S	
	I	II	I	II	I	II
*K ₁ Ca ₁ Mg ₁	0,42	0,51	0,35	0,41	0,27	0,29
K ₁ Ca ₁ Mg ₂	0,31	0,23	0,58	0,50	0,36	0,25
K ₁ Ca ₁ Mg ₃	0,31	0,28	0,83	0,65	0,30	0,20
K ₁ Ca ₂ Mg ₁	0,26	0,73	0,26	0,36	0,42	0,23
K ₁ Ca ₂ Mg ₂	0,47	0,57	0,48	0,45	0,25	0,33
K ₁ Ca ₂ Mg ₃	0,64	0,43	0,64	0,58	0,31	0,19
K ₁ Ca ₃ Mg ₁	1,44	0,71	0,26	0,27	0,23	0,20
K ₁ Ca ₃ Mg ₂	0,32	0,57	0,44	0,42	0,17	0,11
K ₁ Ca ₃ Mg ₃	1,15	0,50	0,62	0,53	0,12	0,19
K ₂ Ca ₁ Mg ₁	0,30	0,37	0,33	0,30	0,25	0,26
K ₂ Ca ₁ Mg ₂	0,28	0,15	0,59	0,49	0,25	0,17
K ₂ Ca ₁ Mg ₃	0,29	0,16	0,71	0,60	0,16	0,25
K ₂ Ca ₂ Mg ₁	0,48	0,41	0,34	0,27	0,16	0,22
K ₂ Ca ₂ Mg ₂	0,27	0,51	0,37	0,41	0,12	0,29
K ₂ Ca ₂ Mg ₃	0,37	0,38	0,52	0,53	0,24	0,31
K ₂ Ca ₃ Mg ₁	0,47	0,88	0,23	0,15	0,28	0,18
K ₂ Ca ₃ Mg ₂	0,46	0,84	0,39	0,35	0,28	0,24
K ₂ Ca ₃ Mg ₃	0,50	0,49	0,50	0,30	0,28	0,29
K ₃ Ca ₁ Mg ₁	0,26	0,32	0,19	0,25	0,28	0,31
K ₃ Ca ₁ Mg ₂	0,39	0,31	0,40	0,40	0,28	0,35
K ₃ Ca ₁ Mg ₃	0,25	0,21	0,39	0,38	0,26	0,27
K ₃ Ca ₂ Mg ₁	0,50	0,60	0,25	0,28	0,24	0,34
K ₃ Ca ₂ Mg ₂	0,48	0,38	0,37	0,34	0,12	0,32
K ₃ Ca ₂ Mg ₃	0,32	0,34	0,40	0,48	0,21	0,23
K ₃ Ca ₃ Mg ₁	0,71	0,60	0,25	0,19	0,21	0,27
K ₃ Ca ₃ Mg ₂	0,49	0,43	0,37	0,18	0,13	0,28
K ₃ Ca ₃ Mg ₃	0,42	0,35	0,32	0,45	0,27	0,18
Média Geral	- 0,47		0,40		0,24	
C.V. (%)	43,33		14,67		27,77	

* K₁ = 117 ppm K; Ca₁ = 100 ppm Ca; Mg₁ = 24 ppm Mg.

K₂ = 234 ppm K; Ca₂ = 200 ppm Ca; Mg₂ = 48 ppm Mg.

K₃ = 351 ppm K; Ca₃ = 300 ppm Ca; Mg₃ = 72 ppm Mg.

Tabela 6 - Concentração (ppm) de B e Fe na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

TRATAMENTOS	B				Fe			
	F. Superior		F. Inferior		F. Superior		F. Inferior	
	I	II	I	II	I	II	I	II
*K ₁ Ca ₁ Mg ₁	105	92	138	111	391	318	327	388
K ₁ Ca ₁ Mg ₂	134	76	154	91	319	266	460	366
K ₁ Ca ₁ Mg ₃	131	98	154	82	344	227	192	298
K ₁ Ca ₂ Mg ₁	129	79	132	94	242	347	118	420
K ₁ Ca ₂ Mg ₂	107	69	123	110	328	292	82	365
K ₁ Ca ₂ Mg ₃	129	64	110	94	63	288	164	388
K ₁ Ca ₃ Mg ₁	90	72	125	98	82	242	182	369
K ₁ Ca ₃ Mg ₂	121	70	144	104	80	329	55	194
K ₁ Ca ₃ Mg ₃	154	74	111	105	94	278	356	271
K ₂ Ca ₁ Mg ₁	146	78	167	97	142	297	610	276
K ₂ Ca ₁ Mg ₂	115	82	161	93	316	308	349	338
K ₂ Ca ₁ Mg ₃	128	86	140	94	286	238	284	278
K ₂ Ca ₂ Mg ₁	124	79	150	109	336	259	444	368
K ₂ Ca ₂ Mg ₂	109	75	126	83	313	265	489	331
K ₂ Ca ₂ Mg ₃	109	86	137	98	220	172	266	212
K ₂ Ca ₃ Mg ₁	134	93	140	113	234	94	353	438
K ₂ Ca ₃ Mg ₂	151	83	133	112	182	285	396	309
K ₂ Ca ₃ Mg ₃	143	89	130	109	356	215	289	292
K ₃ Ca ₁ Mg ₁	123	81	145	92	165	269	299	607
K ₃ Ca ₁ Mg ₂	123	92	100	111	257	295	267	480
K ₃ Ca ₁ Mg ₃	131	90	142	113	161	261	208	308
K ₃ Ca ₂ Mg ₁	115	87	145	110	239	446	305	337
K ₃ Ca ₂ Mg ₂	117	80	149	96	182	295	239	252
K ₃ Ca ₂ Mg ₃	120	82	139	78	161	255	276	356
K ₃ Ca ₃ Mg ₁	142	75	146	100	200	311	290	329
K ₃ Ca ₃ Mg ₂	110	81	140	98	105	331	235	325
K ₃ Ca ₃ Mg ₃	119	68	97	98	185	235	264	225
Média Geral	102		118		248		313	
C.V. (%)	11,35		12,68		33,97		33,45	

* K₁ = 117 ppm K; Ca₁ = 100 ppm Ca; Mg₁ = 24 ppm Mg.

K₂ = 234 ppm K; Ca₂ = 200 ppm Ca; Mg₂ = 48 ppm Mg.

K₃ = 351 ppm K; Ca₃ = 300 ppm Ca; Mg₃ = 72 ppm Mg.

Tabela 7 - Concentração (ppm) de Mn e Zn na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

TRATAMENTOS	Mn				Zn			
	F. Superior		F. Inferior		F. Superior		F. Inferior	
	I	II	I	II	I	II	I	II
*K ₁ Ca ₁ Mg ₁	150	83	95	73	136	140	190	193
K ₁ Ca ₁ Mg ₂	131	96	99	110	150	4	280	171
K ₁ Ca ₁ Mg ₃	109	75	130	89	104	94	204	101
K ₁ Ca ₂ Mg ₁	121	110	165	104	112	66	219	169
K ₁ Ca ₂ Mg ₂	104	105	118	133	142	59	216	199
K ₁ Ca ₂ Mg ₃	63	95	77	126	114	99	195	173
K ₁ Ca ₃ Mg ₁	82	78	106	113	124	96	221	173
K ₁ Ca ₃ Mg ₂	80	70	105	66	116	102	187	88
K ₁ Ca ₃ Mg ₃	94	59	104	77	118	122	171	204
K ₂ Ca ₁ Mg ₁	142	104	138	103	145	5	222	165
K ₂ Ca ₁ Mg ₂	65	74	102	84	115	63	112	172
K ₂ Ca ₁ Mg ₃	85	75	93	91	106	89	180	98
K ₂ Ca ₂ Mg ₁	82	90	119	149	115	90	218	209
K ₂ Ca ₂ Mg ₂	77	68	67	79	111	90	149	116
K ₂ Ca ₂ Mg ₃	58	32	87	55	85	74	188	126
K ₂ Ca ₃ Mg ₁	86	58	115	89	112	98	203	177
K ₂ Ca ₃ Mg ₂	53	71	100	93	115	79	209	32
K ₂ Ca ₃ Mg ₃	50	60	81	75	81	80	168	78
K ₃ Ca ₁ Mg ₁	61	65	78	122	109	99	184	291
K ₃ Ca ₁ Mg ₂	75	57	90	69	95	101	151	155
K ₃ Ca ₁ Mg ₃	53	60	78	69	122	81	231	70
K ₃ Ca ₂ Mg ₁	74	65	99	71	192	93	304	156
K ₃ Ca ₂ Mg ₂	61	67	81	81	258	96	286	152
K ₃ Ca ₂ Mg ₃	34	42	57	75	192	72	198	136
K ₃ Ca ₃ Mg ₁	53	67	83	89	220	85	313	55
K ₃ Ca ₃ Mg ₂	43	52	62	68	126	86	198	122
K ₃ Ca ₃ Mg ₃	41	55	60	69	159	80	275	117
Média Geral	75		92		108		177	
C.V. (%)	20,75		20,04		31,97		31,25	

* K₁ = 117 ppm K; Ca₁ = 100 ppm Ca; Mg₁ = 24 ppm Mg.

K₂ = 234 ppm K; Ca₂ = 200 ppm Ca; Mg₂ = 48 ppm Mg.

K₃ = 351 ppm K; Ca₃ = 300 ppm Ca; Mg₃ = 72 ppm Mg.

Tabela 8 - Concentração (ppm) B, Fe, Mn e Zn na matéria seca dos caules da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

TRATAMENTOS	B		Fe		Mn		Zn	
	I	II	I	II	I	II	I	II
*K ₁ Ca ₁ Mg ₁	80	35	79	78	87	28	34	49
K ₁ Ca ₁ Mg ₂	90	29	66	47	69	13	42	30
K ₁ Ca ₁ Mg ₃	82	28	63	50	34	21	38	33
K ₁ Ca ₂ Mg ₁	57	28	50	89	21	29	30	37
K ₁ Ca ₂ Mg ₂	68	40	43	63	23	20	30	36
K ₁ Ca ₂ Mg ₃	33	29	10	59	10	12	36	27
K ₁ Ca ₃ Mg ₁	78	36	12	62	61	15	20	30
K ₁ Ca ₃ Mg ₂	120	23	11	60	11	12	28	25
K ₁ Ca ₃ Mg ₃	65	26	14	29	14	10	30	20
K ₂ Ca ₁ Mg ₁	109	28	29	59	29	32	26	29
K ₂ Ca ₁ Mg ₂	85	27	14	48	14	15	32	26
K ₂ Ca ₁ Mg ₃	69	28	14	42	14	20	25	22
K ₂ Ca ₂ Mg ₁	98	46	63	65	10	13	26	30
K ₂ Ca ₂ Mg ₂	84	54	57	62	12	14	15	34
K ₂ Ca ₂ Mg ₃	94	32	51	39	12	12	22	30
K ₂ Ca ₃ Mg ₁	75	39	56	47	11	11	17	61
K ₂ Ca ₃ Mg ₂	76	36	44	42	10	17	28	30
K ₂ Ca ₃ Mg ₃	102	34	47	34	10	11	23	24
K ₃ Ca ₁ Mg ₁	58	25	29	44	29	25	23	37
K ₃ Ca ₁ Mg ₂	105	45	40	46	40	25	24	62
K ₃ Ca ₁ Mg ₃	63	35	28	39	14	13	31	16
K ₃ Ca ₂ Mg ₁	76	36	41	93	12	16	31	30
K ₃ Ca ₂ Mg ₂	82	28	43	131	16	13	32	33
K ₃ Ca ₂ Mg ₃	86	30	30	41	10	16	32	21
K ₃ Ca ₃ Mg ₁	59	42	64	40	14	12	37	26
K ₃ Ca ₃ Mg ₂	100	32	50	55	10	10	27	17
K ₃ Ca ₃ Mg ₃	28	51	10	26	10	10	28	18
Média Geral	56		47		19		29	
C.V. (%)	29,93		39,58		65,39		34,24	

* K₁ = 117 ppm K; Ca₁ = 100 ppm Ca; Mg₁ = 24 ppm Mg.

K₂ = 234 ppm K; Ca₂ = 200 ppm Ca; Mg₂ = 48 ppm Mg.

K₃ = 351 ppm K; Ca₃ = 300 ppm Ca; Mg₃ = 72 ppm Mg.

Tabela 9 - Resumo da análise da variância das concentrações (%) de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das folhas superiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causas de Variação	G.L.	Quadrado Médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
K	2	0,2100	0,0047*	9,7369**	0,4300*	0,1050**	0,0074
Ca	2	0,1100	0,0028	0,0870	2,0500**	0,0450**	0,0074
Mg	2	0,3600	0,0011	0,0265	0,0900	0,5650**	0,0128
K x Ca	4	0,2300	0,0002	0,0192	0,3000	0,0090	0,0136
K x Mg	4	0,1300	0,0024	0,0497	0,0900	0,0180	0,0044
Ca x Mg	4	0,1600	0,0008	0,0420	0,0300	0,0130	0,0058
K x Ca x Mg	8	0,4400	0,0014	0,0264	0,0600	0,0020	0,0068
Bloco	1	0,0100	0,0116	0,0411	0,7000	0,0100	0,0200
Resíduo	26	0,28	0,0012	0,0311	0,1100	0,0070	0,0078
Total	53						
C.V. %		16,89	10,50	6,18	31,00	13,97	32,28

* Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% de probabilidade.

** Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância das concentrações (%) de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca das folhas inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causas de Variação	G.L.	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
K	2	0,2249	0,0020	16,7430**	0,6170**	0,1030**	0,0019
Ca	2	0,0976	0,0071	0,2160	1,9160**	0,0590**	0,0232
Mg	2	0,1647	0,0002	0,3980	0,1960	0,6390**	0,0206
K x Ca	4	0,2741	0,0027	0,2650	0,1150	0,0040	0,0161
K x Mg	4	0,1788	0,0032	0,2740	0,0470	0,0180*	0,0047
Ca x Mg	4	0,2169	0,0069*	0,3120	0,0760	0,0080	0,0071
K x Ca x Mg	8	0,0831	0,0014	0,2280	0,0870	0,0110	0,0056
Bloco	1	0,2294	0,0091	0,5360	0,6040	0,0280	0,0379
Resíduo	26	0,2008	0,0023	0,1940	0,0840	0,0050	0,0078
Total	53						
C.V. %		18,82	17,08	16,40	21,06	11,28	33,74

* Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% de probabilidade.

** Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância das concentrações (%) de N, P, K, Ca, Mg e S na matéria seca dos caules da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causas da Variação	G.L.	Quadrado médio				
		N	P	K	Ca	Mg S
K	2	0,0479	0,0011	3,8680**	0,2190*	0,1050** 0,0014
Ca	2	0,0231	0,0008	0,0160	0,7040**	0,0630** 0,0108
Mg	2	0,0249	0,0032	0,0840	0,0950	0,2820** 0,0024
K x Ca	4	0,1201	0,0005	0,0510	0,0720	0,0010 0,0125
K x Mg	4	0,0871	0,0008	0,1260	0,0020	0,0010 0,0032
Ca x Mg	4	0,0974	0,0032	0,1510	0,0110	0,0030 0,0014
K x Ca x Mg	8	0,1151	0,0029	0,1310	0,0080	0,0020 0,0021
Bloco	1	0,0048	0,0363	0,2690	0,0270	0,0140 0,0117
Resíduo	26	0,0693	0,0018	0,0750	0,0430	0,0040 0,0046
Total	53					
C.V.%		20,82	16,01	15,41	43,33	14,67 27,77

* Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% de probabilidade.

** Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância da concentração (ppm) de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca das folhas superiores de soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causas da Variação	G.L.	Quadrado médio			
		B	Fe	Mn	Zn
K	2	191,6300	543,5000	6.444,9080**	4.512,9100*
Ca	2	337,4700	16.827,3900	2.313,1850**	943,9100
Mg	2	156,3600	7.882,0600	2.580,7960**	751,3600
K x Ca	4	228,4600	6.054,0600	319,5740	1.511,6300
K x Mg	4	134,3500	3.857,6400	223,3520	255,0700
Ca x Mg	4	71,6800	9.511,6900	355,0470	769,5700
K x Ca x Mg	8	138,9000	2.942,4400	168,4290	581,0800
Bloco	1	25.697,9000	38.134,0000	696,9380	30.293,4000
Resíduo	26	135,8100	7.107,5800	243,4640	1.208,0000
Total	53				
C.V. %		11,35	33,97	20,75	31,97

* Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% de probabilidade.

** Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 13 - Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca das folhas inferiores da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg na solução nutritiva.

Causas da Variação	G.L.	Quadrado médio			
		B	Fe	Mn	Zn
K	2	239,3900	24.518,5800	3.423,9100**	5.664,8900
Ca	2	152,6700	20.906,7400	566,7400	2.443,3900
Mg.	2	406,1700	33.162,7400	2.593,8500**	9.376,0600
K x Ca	4	111,0600	4.100,0800	476,8200	182,2000
K x Mg	4	119,7200	7.629,1600	409,4400	1.559,7000
Ca x Mg	4	105,8400	9.817,5800	309,6900	1.427,6100
K x Ca x Mg	8	116,2600	7.799,7100	381,9400	1.479,5800
Bloco	1	18.333,8000	32.277,0000	516,4700	58.279,1000
Resíduo	26	224,5600	10.984,3500	346,1600	3.067,1900
Total	53				
C.V. %		12,68	33,45	20,04	31,25

** Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 14 - Resumo da análise de variância das concentrações (ppm) de B, Fe, Mn e Zn na matéria seca dos caules da soja, cv. Paraná, em função das doses de K, Ca e Mg, na solução nutritiva.

Causas de Variação	G.L.	Quadrado médio			
		B	Fe	Mn	Zn
K	2	443,9100	72,0190	819,8000*	81,0190
Ca	2	7,8000	1.534,2410*	1.225,1300**	102,5750
Mg	2	610,5800	2.162,7410*	568,5800*	143,6860
K x Ca	4	327,8800	984,7410*	104,9100	107,1020
K x Mg	4	230,9100	343,4080	197,8700	27,2960
Ca x Mg	4	21,7100	221,5470	97,1000	41,6850
K x Ca x Mg	8	202,6300	93,7900	52,8800	40,0880
Bloco	1	26.666,7000	3.456,0000	486,0000	80,6680
Resíduos	26	284,7000	348,8850	162,3100	102,9360
Total	53				
C.V. %		29,93	39,58	65,39	34,24

* Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 5% de probabilidade.

** Quadrados médios correspondentes a valores de F significativos a 1% de probabilidade.

5. DISCUSSÃO

5.1. ALTURA DAS PLANTAS E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA PELAS FOLHAS E CAULES

A altura das plantas e a produção de matéria seca pelas folhas e caules em função das doses aplicadas de K, Ca e Mg, encontram-se na Tabela 1.

Não houve respostas significativas da soja com relação a altura das plantas e a produção de matéria seca das folhas e caules quando as diferentes doses de K, Ca e Mg foram aplicadas no substrato.

5.2. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA MATÉRIA SECA EM FUNÇÃO DAS DOSES DE K, CA E MG.

Serão apresentados em tabelas e discutidos a penas os efeitos que se mostraram significativos. Os dados mostrados a seguir representam médias obtidas das Tabelas 3 a 9.

5.2.1. CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO

Os diferentes níveis de K, Ca e Mg aplicados ao substrato também não afetaram a concentração de N, tanto nas folhas superiores como nas folhas inferiores e no caule, conforme pode ser observado nas Tabelas 10, 11 e 12, apesar de DIBB e THOMPSON (1985), terem afirmado que o K é reconhecido como sendo de grande eficiência para a utilização do N.

5.2.2. CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO

Apenas o K e a interação Ca x Mg foram significativos nas folhas superiores e inferiores da soja respectivamente, conforme pode se observar nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15 - Concentração de P (%) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	P (%) na matéria seca
117	0,35a
234	0,32 b
351	0,32 b

Pelos resultados da Tabela 15 pode-se verificar que com o aumento do K à solução nutritiva, houve diminuição na concentração do P na matéria seca das folhas superiores, o que não pode ser explicado pelo efeito da dilução uma vez que o elemento não afetou a produção de matéria seca dessa parte da planta.

Tabela 16 - Concentração de P (%) na matéria seca das folhas inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca e Mg na solução nutritiva.

Ca (ppm) na solução	Mg (ppm) na solução		
	24	48	72
100	0,32	0,32	0,25
200	0,25	0,24	0,29
300	0,26	0,27	0,27

Verifica-se na Tabela 16 que, na maioria das vezes, a adição de Ca bem como a de Mg, diminuiu a concentração de P na matéria seca das folhas inferiores. Esse antagonismo entre Ca e Mg deve-se provavelmente à competição entre esses dois cátions pelos sítios de absorção na raiz. Estes dados discordam de LEGGET & GILBERT (1969), que relataram que o conteúdo de P em plantas de soja aumenta substancialmente com a adição do elemento na solução nutritiva.

5.2.3. CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO

O efeito de K foi significativo apenas no teor de K das folhas superiores, folhas inferiores e caule, não tendo sido significativo para os demais elementos, conforme pode ser observado nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17 - Concentração de K (%) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	K (%) na matéria seca	
	Folhas superiores	Folhas Inferiores
117	2,03 c	1,63 c
234	3,04 b	2,90 b
351	3,47a	3,52a

Verifica-se na Tabela 17 que aumentando - se a dose de K na solução nutritiva, há aumento significativo do teor desse elemento na folha. A adição de 351 ppm de K no substrato provocou o maior aumento na concentração do elemento. BARBER (1968), mostrou que adubações elevadas de K provocam desequilíbrio no fornecimento de outros nutrientes. Observando ainda estes dados (Tabela 17), pode-se verificar a influência significativa e benéfica da adubação potássica sobre a concentração do K nas folhas da soja.

Tabela 18 - Concentração de K (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	K (%) na matéria seca
117	1,27 c
234	1,83 b
351	2,19a

Verifica-se na Tabela 18 que as doses de K aplicadas à solução nutritiva aumentaram a concentração do elemento na matéria seca dos caules, da mesma forma que para as folhas superiores e inferiores. A aplicação de 351 ppm de K ao substrato provocou o maior aumento na concentração de K. Resultados semelhantes aos descritos acima foram obtidos por alguns autores. Assim, LUTZ & JONES (1975) também constataram que o teor de K na planta aumenta com a elevação do nível de K no substrato.

5.2.4. CONCENTRAÇÃO DE CÁLCIO

Tabela 19 - Concentração de Ca (%) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Ca (%) na matéria seca	
	Folhas Superiores	Folhas Inferiores
117	1,10a	1,42a
234	1,17a	1,52a
351	0,88 b	1,16 b

Os resultados da Tabela 19 obtidos mostram que as doses de 117 ppm e 234 ppm de K aplicados no substrato tiveram efeito na concentração de Ca, tanto nas folhas superiores como nas folhas inferiores. No entanto, pode-se verificar que a adição da maior dose de K na solução nutritiva induziu uma redução na concentração de Ca na matéria seca das folhas superiores e inferiores, provavelmente por antagonismo.

Tabela 20 - Concentração de Ca (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Ca (%) na matéria seca
117	0,60a
234	0,42 b
351	0,40 b

A adição de K no substrato provocou uma diminuição na concentração de Ca na matéria seca dos caules (Tabela 20). A competição entre Ca e K pelos mesmos sítios de absorção das estruturas orgânicas, as quais funcionam como moléculas transportadoras no processo de absorção ativa, foi sugerida por WELTE & WERNER (1963) para explicar o antagonismo fisiológico entre Ca e K.

Tabela 21 - Concentração Ca (%) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.

Ca (ppm) na solução	Ca (%) na matéria seca	
	Folhas Superiores	Folhas Inferiores
100	0,73 c	1,06 c
200	1,01 b	1,33 b
300	1,40a	1,71a

Verificamos na Tabela 21 que, com o aumento da dose de Ca no substrato há um aumento significativo na concentração de Ca na matéria seca das folhas superiores e inferiores. A adição da dose de 300 ppm de Ca provocou o maior aumento na concentração de Ca na matéria seca.

LEGGET & GILBERT (1969) relataram que o conteúdo de Ca em plantas de soja aumenta substancialmente com a adição do elemento na solução nutritiva, o que vem confirmar os resultados obtidos.

Tabela 22 - Concentração de Ca (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.

Ca (ppm) na solução	Ca (%) na matéria seca
100	0,29 b
200	0,45 b
300	0,68a

Observa-se na Tabela 22 que as doses de Ca adicionada à solução nutritiva tiveram efeito positivo na concentração do Ca na matéria seca dos caules. A aplicação de 300 ppm de Ca no substrato provocou o maior aumento na concentração de Ca. As observações feitas por LEGGET & GILBERT (1969), mencionadas na discussão dos dados da tabela ante-

rior, também são válidas para os resultados aqui registrados.

5.2.5. CONCENTRAÇÃO DE MAGNÉSIO

Tabela 23 - Concentração de Mg (%) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Mg (%) na matéria seca
117	0,61a
234	0,63a
351	0,49 b

Pode-se verificar (Tabela 23) que a adição da dose máxima de K diminuiu a concentração de Mg nas folhas superiores, evidenciando assim, um antagonismo entre os dois íons.

Tabela 24 - Concentração de Mg (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Mg (%) na matéria seca
117	0,47a
234	0,41 b
351	0,32 c

Verifica-se pela Tabela 24 que o teor de Mg nos caules diminuiu significativamente com a elevação das doses de K no substrato, evidenciando também um antagonismo entre os dois íons. Resultados obtidos por HOVLAND e CALDWELL (1965), mostram que o fato de K promover maior competição nos sítios de troca nas raízes das plantas determinam menor absorção de Mg.

Tabela 25 - Concentração de Mg (%) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.

Ca (ppm) na solução	Mg (%) na matéria seca	
	Folhas Superiores	Folhas Inferiores
100	0,63a	0,69a
200	0,59a	0,60 b
300	0,53 b	0,58 b

Tabela 26 - Concentração de Mg (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.

Ca (ppm) na solução	Mg (%) na matéria seca
100	0,46a
200	0,40 b
300	0,34 c

Verifica-se que, de uma maneira geral, o teor de Mg foi maior nas folhas inferiores que nas superiores, como também, esse teor diminuiu com a concentração de Ca na solução nutritiva (Tabela 25). A concentração do Mg nas folhas superiores e inferiores foi afetada negativamente pelo suprimento de Ca, provavelmente porque o substrato não forneceu quantidades adequadas daquele nutriente para o desenvolvimento da cultura.

Através dos resultados obtidos na Tabela 26 observa-se que as doses de Ca adicionadas à solução nutritiva tiveram efeito negativo na concentração do Mg na matéria seca dos caules. A aplicação de 300 ppm de Ca, provocou diminuição na concentração de Mg. É muito conhecido na literatura o fato de que a presença de Ca em baixas concentrações no substrato estimula a absorção de outros íons, por outro lado, a adição da maior dose de Ca afetou, tal-

vez por antagonismo, a absorção do Mg pelas plantas. Resultados semelhantes foram obtidos por WOODBRIGDE (1955).

Tabela 27 - Concentração de Mg (%) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.

Mg (ppm) na solução	Mg (%) na matéria seca
24	0,39 b
48	0,60a
72	0,75a

Tabela 28 - Concentração de Mg (%) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, na função das doses de Mg na solução nutritiva.

Mg (ppm) na solução	Mg (%) na matéria
24	0,27 c
48	0,41 b
72	0,52a

As doses de Mg adicionadas ao substrato influenciaram a concentração de Mg na matéria seca das folhas superiores e dos caules (Tabelas 27 e 28). Observou-se claramente que, à medida que aumentou a concentração de Mg na solução nutritiva, houve um aumento significativo no teor de Mg na matéria seca das folhas e dos caules. A adição de 72 ppm de Mg no substrato provocou aumento na concentração de Mg, tanto para as folhas como para o caule.

Tabela 29 - Concentrações de Mg (%) na matéria seca das folhas inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K e Mg na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Mg (ppm) na solução		
	24	48	72
117	0,46	0,74	0,81
234	0,43	0,66	0,80
351	0,37	0,56	0,68

Pode-se verificar pela Tabela 29 que a adição de Mg em presença da maior dose de K, ou a adição da maior dose de K na presença da menor dose de Mg, provocou diminuição na concentração de Mg na matéria seca das folhas inferiores. Por outro lado, a aplicação da dose máxi-

ma de Mg na presença da menor dose de K provocou substancial aumento na concentração de Mg na matéria seca das folhas. Essas variações de concentrações foram observadas por LUNDEGARDH (1966) e COREY (1973).

5.2.6. CONCENTRAÇÃO DE ENXÔFRE

As diferentes doses de K, Ca e Mg aplicadas no substrato não afetaram a concentração de S, tanto nas folhas superiores, como nas folhas inferiores e no caule, conforme pode ser observado nas Tabelas 10, 11 e 12. Estes resultados são discordantes dos de TENÓRIO (1981), que observou um aumento na concentração de S quando foram aplicadas as diferentes doses de Mg no substrato, e uma diminuição na matéria seca das plantas quando foram adicionados K e Ca na solução nutritiva.

5.2.7. CONCENTRAÇÃO DE BORO

Não houve respostas significativas com relação à concentração de B nas folhas superiores, inferiores e nos caules, quando as diferentes doses de K, Ca e Mg foram aplicadas na solução nutritiva, conforme pode ser observado nas Tabelas 13, 14 e 15. ROSOLEM (1982), afirmou que a soja é muito sensível à toxidez de B e que pode ocorrer

rer deficiência de B pela aplicação de altas doses de K.

5.2.8. CONCENTRAÇÃO DE FERRO

Tabela 30 - Concentração de Fe (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.

Mg (ppm) na solução	Fe (ppm) na matéria seca
24	55a
48	51 b
72	34 c

A adição de Mg no substrato provocou diminuição na concentração de Fe na matéria seca dos caules. E feito competitivo na absorção do Fe pelo K, Ca e Mg em plantas de soja cultivadas em solução nutritiva foi observado por LINGLE et alii (1963). Resultados semelhantes foram obtidos por MENGEL e KIRBY (1979).

Tabela 31 - Concentração de Fe (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K e Ca na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Ca (ppm) na solução		
	100	200	300
117	63	52	31
234	34	56	44
351	37	63	40

A adição da primeira dose de K na presença da primeira dose de Ca no substrato, assim como a adição da terceira dose de K na presença da segunda dose de Ca, provocaram a maior concentração de Fe na matéria seca dos caules (Tabela 31). Estes dados mostram efeitos não conclusivos tanto de aumento como diminuição do teor de Fe na matéria seca dos caules, em função das doses de K e Ca na solução nutritiva. Entretanto, essas variações verificadas foram observadas também por LINGLE et alii (1963).

5.2.9. CONCENTRAÇÃO DE MANGANÊS

Tabela 32 - Concentração de Mn (ppm) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Mn (ppm) na matéria seca	
	Folhas Superiores	Folhas Inferiores
117	94a	105a
234	73 b	95a
351	56 c	77 b

Tabela 33 - Concentração de Mn (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de k na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Mn (ppm) na matéria seca
117	27a
234	14 b
351	16 b

De maneira geral o teor de Mn foi maior nas folhas inferiores que nas superiores, como também esse teor diminuiu com a concentração de K na solução nutritiva, (Tabela 32). Esses resultados não estão de acordo com os de EVANS et alii (1950), que observaram deficiência de Mn nas folhas de soja cultivadas em solução nutritiva deficiente em K.

Com relação à concentração de Mn na matéria seca dos caules (Tabela 33), observa-se que as doses de K adicionadas provocaram diminuição no teor de Mn. Estes resultados discordam dos de BOLE-JONES (1955), que afirmou que pouco é conhecido da interação de K com o Mn, sobre a absorção e distribuição em plantas de soja.

Tabela 34 - Concentração de Mn (ppm) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.

Ca (ppm) na solução	Mn (ppm) na matéria seca
100	86a
200	74 b
300	64 b

A adição de Ca ao substrato provocou diminuição da concentração de Mn na matéria seca das folhas superiores (Tabela 34).

Tabela 35 - Concentração de Mn (ppm) na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Ca na solução nutritiva.

Ca (ppm) na solução	Mn (ppm) na matéria seca
100	29a
200	15 b
300	14 b

Através destes resultados foi detectado que o aumento do teor de Ca no substrato provocaram redução acentuada na concentração de Mn na matéria seca dos caules. O efeito competitivo pode ser usado para explicar o presente caso.

Tabela 36 - Concentração de Mn (ppm) na matéria seca das folhas superiores e inferiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.

Mg (ppm) na solução	Mn (ppm) na matéria seca	
	Folhas Superiores	Folhas Inferiores
24	87a	106a
48	74 b	89 b
72	63 b	82 b

Tabela 37 - Concentração de Mn na matéria seca dos caules da soja, cultivar Paraná, em função das doses de Mg na solução nutritiva.

Mg (ppm) na solução	Mn (ppm) na matéria seca
24	25a
48	15 b
72	14 b

As doses de Mg adicionadas ao substrato influenciaram negativamente a concentração de Mn na matéria seca, das folhas superiores, inferiores e no caule (Tabelas 36 e 37). A maior dose de Mg provocou a menor diminuição na concentração do Mn, tanto para as folhas como para

os caules. Analisando-se estes resultados constata-se também que a concentração de Mn é maior nas folhas inferiores, evidenciando assim, a pouca imobilidade desse elemento no floema.

5.2.10. CONCENTRAÇÃO DE ZINCO

Tabela 38 - Concentração de Zn (ppm) na matéria seca das folhas superiores da soja, cultivar Paraná, em função das doses de K na solução nutritiva.

K (ppm) na solução	Zn (ppm) na matéria seca
117	105a
234	94 b
351	12 c

O aumento no teor de K no substrato diminuiu acentuadamente a concentração de Zn na matéria seca das folhas. A aplicação de 351 ppm de K no substrato reduziu em mais de 8 vezes o teor de Zn na matéria seca das folhas quando comparado ao obtido com a concentração mais baixa de K. Estes resultados discordam dos de DIBB & THOMPSON (1985) que estudando interações entre o K e micronutrientes chegaram à conclusão de que algumas destas inte-

rações com (B, Fe e Mo), foram diminuídas com a aplicação de K, enquanto outras (Cu e Zn), têm aumentado com a aplicação deste elemento.

6. CONCLUSÕES

. Os diferentes níveis de K, Ca e Mg na solução nutritiva não afetaram a altura das plantas de soja nem o peso de matéria seca.

. O aumento no teor de K, Ca e Mg na solução nutritiva, aumentou a concentração do respectivo elemento na matéria seca das folhas superiores, folhas inferiores e caules.

. O teor de Ca na matéria seca das folhas superiores, folhas inferiores e nos caules diminuiu com a elevação da concentração de K no substrato.

. O teor de Mg na matéria seca das folhas superiores e dos caules decresceu com o aumento da concentração das doses de K na solução nutritiva.

A elevação da concentração de Ca no substrato diminuiu o teor de Mg na matéria seca das folhas superiores, inferiores e no caule.

. O fornecimento de níveis mais elevados de K, diminuiu as concentrações de P, Ca, Mg, Mn e Zn na matéria seca das folhas superiores, folhas inferiores e nos caules.

. A elevação do teor de Ca provocou diminuição nas concentrações de Mg e Mn na matéria seca das folhas superiores, inferiores e nos caules.

. A elevação do teor de Mg, diminuiu as concentrações de Fe e Mn na matéria seca das folhas superiores, folhas inferiores e nos caules.

7. LITERATURA CITADA

- ALBAREDA, J.M.; HERMANDO, V.; CONDE, M.P.S. Interaccion Ca/K en la absorcion de estos elementos por la planta de trigo III. An. Edaf. y Fis. Veg., Madrid 17(12): 893-934, 1958b.
- ANDREW, C.S. & ROBINS, F. The effect of potassium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes: II. Potassium, calcium, magnesium, sodium, nitrogen, phosphorus and chloride. Aust. J. Agric. Res. Melbourne, 20: 1009-1021, 1969.
- BARBER, S.A. Mechanism of potassium absorption by plants. In: KILMER, V.J.; YOUNTS, S.E.; BRADY, N.C. The role of potassium in agriculture. SSSA, Madison, Wisconsin. p. 293-310, 1968.
- BARROWS, H.L. & DROSDOFF, M. Effects of nitrogen, potassium calcium and magnesium on mineral composition of Lakeland Fine Sand in relation to mineral content of Tung Leaves. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 22: 426-431, 1958.

BOLLE-JONES, E.W. The effect of various nutrients levels on concentration and distribution of manganese within the potato plant. Plant and Soil, Martinus Nijoff, 6: 45-60, 1955.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Soja-Programa Nacional de Pesquisa. EMBRAPA/DTC, Brasília, 1981. 115p.

BRAUNSCHWEIG, L.C. Von. Types of K-Fertilizers in the K replacement strategy. In: Nutrient balances and the need for potassium. 13th Congress of the International Potash Institute. 1986. p. 225-234.

COIC, Y. & LESAINT, C.. The equilibrium between potassium and other cations in the organs of higher plants. In: Potassium in Biochemistry and Physiology. Colloquium Intern. Potash Inst. (8th), Proceedings, Uppsala, 1971. p. 93-103.

COLLANDER, R.. Selective absorption of cations by higher plants. Pl. Physiol., Kutztown, 16: 691-720, 1941.

CORDEIRO, D.S.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; SARRUGE, J.R.; PALHANO, J.B. & CAMPO, R.J. Calagem, adubação e nutrição mineral. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Ecologia, manejo e adubação da soja. Londrina, 1979. p. 19-49. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 2).

COREY, R.B. Factors affecting the availability of nutrients to plants. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D. Soil testing and plant analysis. SSSA, Madison, Wisconsin, 1973. p. 23-25.

DIBB, D.W. & W.R. THOMPSON JR. Interaction of potassium with other nutrients. In: Potassium in Agriculture. Potash Insti., Madison, 1985. p. 515-533.

EVANS, C.E.; D.J. LATHWELL & H.J. MEDERSKI. Effect of deficient or toxic levels of nutrients in solution on foliar symptoms and mineral content of soybean leaves as measured by spectrographic methods. Agron. Journal, Washington, 42: 25-32, 1950.

HOVLAND, D. & CALDWELL, A.C. Potassium and magnesium relationships in soils and plants. Soil Sci., Baltimore, 89: 92-96, 1965.

JACKSON, W.A. & H.J. EVANS. Effect of Ca supply on the development and composition of soybean seedlings. Soil Sci. Baltimore, 94: 180-186, 1962.

KAHN, J.S. & J.B. HANSON. The affect of calcium on potassium accumulation in corn and soybeans roots. Pl. Physiol., Kutztown, 32: 312-316, 1957.

KANSAL, B.D. & SEKHON, G.S. Influence of potassium application on dry matter yield and cationic balance in wheat. Agrochimica, São Paulo, 18(2): 94-101, 1974a.

KOCH, J.T.; ORCHARD, E.R.; SUMMER, M.E. Leaf composition and yield response of corn in relation to quantity-intensity parameter potassium. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 34: 44-97, 1970.

LEGGETT, J.E. & W.A. GILBERT. Magnesium uptake by soybeans. Pl. Physiol., Lancaster, 44: 1182-1186, 1969.

LINGLE, J.C., L.O. TIFFIN e J.C. BROWN. Iron uptake transport of soybeans as influenced by other cations. Plant Physiol., 38(1): 71-76, 1963.

LOUÉ, A. Le diagnostic foliaire du maïs. In: Le potassium et la qualité de produits agricoles, C. r. 4e Colloque Régional (Belgrade) de l'Insti. Int. de la Potasse, Berne, 1965. p. 105-116.

LUCAS, R.E. & G.D. SCARSETH. Potassium, calcium and magnesium balance and reciprocal relationship in plants. J. Am. Soc. Agron., Washington, 39: 887-896, 1947.

LUNDEGARDH, H. Plant physiology. Traduzido por F.M. Iwine. Editado por Oliver e Boyd. Edimburgh e Londres. 1966. 549 p.

LUTZ, Jr. J.A. & G.D. JONES. Effect of irrigation, lime and fertility treatments on the yield and chemical composition of soybeans. Agron. Journal, Madison, 67: 523-526, 1975.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. Livroceres, Piracicaba. São Paulo, 1976. 528 p.

MALAVOLTA, E., H.P. HAAG, F.A.F. de MELLO & M.O.C. BRASIL SOBRINHO. Soja. Em Nutrição Mineral e Adubação de Plantas Cultivadas. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1974. p. 558-581.

MASCARENHAS, H.A.A.; M.A.C. MIRANDA, O.C. BATAGLIA, O.

TISSELI F^o, N.R. BRAGA J. SOAVE. Efeito da adubação potássica sobre o ataque da soja pelo *Diaporthe phaseolorum*. Summa Phytopathologica, Piracicaba, 2(3): 230-235, 1976.

MASCARENHAS, H.A.A. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos, durante o ciclo vegetativo da soja. O Agrônomo, Campinas, Bolm. Tec. n^o 6, 1973.

MEDVEDEVA, O.P. Potencial potassique et conditions de nutrition potassique des plantes. Agrokhimiya, Moscow, 5: 39-44, 1968.

MENGEL, K. Investigations concerning the K/Ca potencial. Z. Pflanzenernähr, Düng, Bodenkunde, 103: 99-111-. 1963.

MENGEL, K. & E.A. KIRKBY. Principles of Plant Nutrition. 2^a ed. Bern, International Potash Institute, Cap. 8 e 13, 1979: p. 329-346, 425-431.

MIELNICZUCK, J.. O Potássio no Solo. Inst. Potassa Fosfato/ /Inst. Intern. Potassa. Programa Comum no Brasil, Bol. Técn. n^o 2. Piracicaba, 1978. p. 32.

MILLER, R.J.; PESEK, J.T. & HANWAY, J.J.. Relationship between soybean yield and concentration of phosphorus and potassium fertilizers. Agron J., 53: 393-6, 1961.

MINOTTI, P.L.; D.C. WILLIAMS & W.A. JACKSON. Nitrate uptake and reduction as affected by calcium and potassium. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 32: 692-698, 1968.

MIYASAKA, S. Generalidades. Em: A Soja no Brasil Central. Edit. pela Fundação Cargill. 1982. p. 3-20.

MOSER, F. Calcium nutrition at respective pH levels. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 7: 339-344, 1943.

MUNSON, R.D. Interaction of potassium and other ions. In: Kilmer, V.J.; Younts, S.E. & Brady, N.C. (ed.) The Role of Potassium in Agriculture. Amer. Soc. Agron., Corp. Sci. Soc. Amer., Soil Sci. Amer. Madison (Wi) USA, p. 321-353, 1968.

MUZILLI, O. Nutrição e Adubação Potássica da Soja no Brasil. Em: Potássio na Agricultura Brasileira. Edit. pelo Instituto da Potassa, Piracicaba - São Paulo. 1982, p. 331-372.

OHLROGGE, A.J. & KAMPRATH, E.J. Fertilizer use on soybeans.

In: Changing Patterns in Fertilizer Use. Soil Sci.

Soc. Amer. Proc., INC., Madison, 1968. p. 273-295.

PANDEI, M. Uptake and accumulation of K, Ca and Mg by plants at increasing concentrations of one of the cations in the medium. Soils Fertil., England, 35: (1425)., 1972.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 5ª ed. São Paulo, Nobel, 1973. 530p.

ROSOLEM, C.A. Nutrição Mineral e Adubação da Soja. Boletim Técnico nº 6. Edit. pelo Instituto da Potassa, Piracicaba - São Paulo. 80 p., 1982.

ROSOLEM, C.A. & J. NAKAGAWA. Potassium uptake by soybean as affected by exchangeable potassium in soil. Comm. in Soil Sci. Plant Anal., Nova York, 16(7): 707-726, 1985.

SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica, Piracicaba, 1: 231-233., 1975.

SARRUGE, J.R. & H.P. HAAG. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/USP. Boletim Técnico., 1974. 56 p.

SFREDO, J.G.; A.F. LANTMANN; R.J. CAMPO L. C. M. BORKERT.

Soja. Nutrição Mineral, adubação e calagem. Londrina, EMBRAPA - CNPSo. Documentos nº 17. 51 p. 1986.

SOARES, E. Influência do teor de potássio trocável do solo na absorção de cálcio e magnésio pela soja [*Glycine max* (L.) Merril.] Piracicaba, ESALQ/USP, 116 p. (Tese de Doutorado), 1978.

TALIBUDEEN. O.. Exchange of potassium in soils in relation to other cations. In: Potassium in Soil. Colloquium Intern. Potash Institute (9 th), Proc. Landshut, 1972. p. 97-112.

TERMAN, G.L. Yields and nutrient accumulation by determinate soybean, as affected by applied nutrients. Agron. Journal, Madison, 69: 234-238, 1977.

TINKER, P.B.. Potassium uptake rates in tropical crops. In: Potassium in Tropical Crops and Soils. Colloquium Intern. Potash. Institute (10th), Proc. Abidjan., 1973. p. 169-175.

WOODBRIIDGE, C.G. Magnesium deficiency in apple in British Columbia. Can. J. Agric. Sci., Ottawa, 35: 350-357.

YORK, E.T.; BRADFIELD, R. & PEECH, M. Calcium interaction in soils and plant. II - Reciprocal relationships between calcium and potassium in plants. Soil Sci., Baltimore, 76: 481-491, 1953.