

# Influência de diferentes níveis de cálcio sobre o acúmulo de massa verde em plantas de estilosantes (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. cv. Cook)

J. D. Rodrigues, M. E. A. Delachiave, J. F. Pedras, S. D. Rodrigues, C. S. F. Boaro e S. Z. de Pinho\*

## Introdução

Apesar do rebanho bovino brasileiro ser, numericamente, um dos maiores do mundo, o desenvolvimento pecuário encontra-se defasado, devido à pequena produtividade, a qual deve-se a vários fatores dentre os quais destacam-se a má qualidade das pastagens, associada à baixa fertilidade dos solos (Barriga, 1979). A introdução de leguminosas em pastagens de gramíneas propicia melhora quantitativa na produção de forragens, aumentando a capacidade de suporte do pasto, sendo a fonte mais econômica de proteína para os rebanhos, além de contribuir para o suprimento de nitrogênio o sistema solo-planta (Jones et al., 1970; Barriga, 1979).

Dessa forma, percebe-se a importância como forrageira da leguminosa tropical do *Stylosanthes*. Este gênero, que apresenta 25 espécies encontradas por todo o Brasil, muitas das quais aqui originadas, pode ser considerado uma alternativa para o aumento da produtividade de pastagens tropicais, principalmente devido à grande disponibilidade de espécies no Brasil. Mohlenbrook (1967) refere que, das espécies de *Stylosanthes*, as mais largamente utilizadas em pastagens são *S. guianensis* e *S. humilis*.

Segundo Malavolta et al. (1979) os campos da América Latina demonstram ser cada vez mais frequente a deficiência nutricional de cálcio, refletindo baixa produtividade agropecuária, inclusive sendo observados sintomas visuais de carência desse elemento. Além disso, a adubação das pastagens por superfosfatos, leva à imobilização do cálcio, pelo ácido formado na degradação desse fertilizante.

Para Millaway and Wiersholm (1979) o cálcio está envolvido em mais de vinte processos bioquímicos e morfológicos nas plantas, implicando sua carência em desordens de relevante importância. Em 1970, Vidor e Freire citando Albrachet, relatam o efeito benéfico da calagem sobre a nodulação e rendimento da soja, chamando atenção para os efeitos separados do cálcio como nutriente e como corretor de pH. Samuel and Landrau (1952) revelaram o fato do kudzu aumentar consideravelmente a nodulação, após calagem moderada em solo ácido. França e Carvalho (1970), trabalhando em casa de vegetação, verificaram que a ausência de calagem em cinco espécies de leguminosas de clima tropical, ocasionou uma diminuição da fixação do nitrogênio e da produção de matéria seca, em cerca de 28%, não ocorrendo redução no número e no peso dos nódulos, em relação à testemunha. Andrew (1962), observou que *Stylosanthes bojeri* Vogel, sem adição de

\* Professores do Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, 18.600 Botucatu, SP, Brasil.

calagem apresentou somente cerca de 64% de sua produção.

De acordo com Malavolta et al. (1979) a perda de cálcio disponível, se faz pela remoção, erosão e lixiviação, sendo este o elemento nutricional que mais se perde em nossas condições. Estes mesmos autores, relatam que os solos contém cálcio em níveis de 56% a 85% de sua capacidade de troca, embora mesmo assim, ocorram sintomas de carência, provavelmente devido aos efeitos que o mineral promove em sua absorção e acúmulo, além de sua imobilidade em tecidos mais velhos.

As atividades fisiológicas reguladas pelo cálcio são inúmeras. Millaway and Wiersholm em 1979 relatam que este elemento esta envolvido na dominância apical, regulação da translocação de carboidratos, vigor de raízes em temperaturas sub-ótimas ou condições salinas, estabilidade estrutural e fisiológica de tecidos vegetais, ao regular o influxo de água na planta, bem como modulação do desenvolvimento do vegetal, ou seja, crescimento e diferenciação dos tecidos vegetais, em função de ser operativo no sítio de ligação de hormônios, como a auxina.

Magalhães (1979) definiu a análise de crescimento como o método que descreve as condições morfofisiológicas da planta, em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas e se propõe a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, avaliada através do acúmulo de sua matéria seca. Tal definição coincide com o relato de Benincasa (1988), quem demais refere que a acumulação de material resultante da fotossíntese líquida, passa a ser o aspecto fisiológico para a análise de crescimento.

A determinação da matéria fresca não é muito importante para a análise de crescimento dos vegetais. No entanto, como o presente trabalho estuda o estilosante, leguminosa forrageira, torna-se interessante verificar a quantidade de material vegetal fresco formado, tendo em vista ser este a fonte de alimentação natural dos rebanhos. Como as leguminosas são utilizadas no melhoramento protéico das pastagens e estas, geralmente, cultivadas em solos de baixa fertilidade com desequilíbrio de nutrientes (Malavolta et al., 1979) e baixos níveis de pH, seria altamente interessante analisar o efeito do cálcio na produção de massa fresca dessa leguminosa forrageira.

## Materiais e métodos

Este trabalho foi conduzido inicialmente nos laboratórios do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências do Campus de Botucatu-UNESP. A seguir, passou a ser desenvolvido em casa de vegetação, situada no Jardim Botânico do referido Departamento.

As sementes foram colocadas em bandejas de plástico, tendo como substrato algodão e papel de filtro, esterilizados e umedecidos com água desmineralizada, e colocadas em câmara climática FANEM - Modelo 347-G, regulada a 20 °C, onde as sementes ficaram até que as radículas apresentassem cerca de 5 mm de comprimento em média.

A seguir essas sementes foram transferidas para bandejas contendo vermiculita, onde receberam irrigação com solução nutritiva no. 1 de Hoagland and Arnon (1950), diluída a 1/5, objetivando evitar possíveis transtornos fisiológicos às plântulas, as quais permaneceram neste meio por cerca de sete dias.

Com a idade de 10 dias as plantas foram colocadas em vasos plásticos de 6 litros de capacidade, em cultivo hidropônico sob arejamento constante, contendo solução nutritiva no. 1 de Hoagland and Arnon (1950), completa, e com diferentes níveis de cálcio, onde permaneceram até o final do experimento.

A partir da solução nutritiva completa (pH 6.0), que continha 200 mg/l de cálcio ( $\text{CaNo}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), foram preparadas mais duas soluções com 2/3 e 1/3 da quantidade inicial de cálcio, e uma quarta solução com ausência total de cálcio. Dessa forma, estabeleceu-se os seguintes tratamentos:

- T1 - solução nutritiva com 200.00 mg/litro de cálcio
- T2 - solução nutritiva com 133.33 mg/litro de cálcio
- T3 - solução nutritiva com 66.66 mg/litro de cálcio
- T4 - solução nutritiva omissa em cálcio

As soluções foram renovadas a cada duas semanas, conforme sugestões de Dantas et al. (1979). A montagem do experimento, inteiramente casualizado, obedeceu ao delineamento de parcelas subdivididas, sendo a

parcela os períodos de coleta e as sub-parcelas os diferentes níveis de cálcio (vasos). Foram realizados 4 tratamentos (níveis de cálcio), com 3 repetições, sendo as coletas efetuadas a intervalos de 14 dias (Radford, 1967), distribuídos como se segue: coleta 1 (aos 24 dias após a germinação); coleta 2 (38 dias); coleta 3 (52 dias); coleta 4 (66 dias) e coleta 5 (80 dias).

Com o intuito de verificar as alterações na produção final, quando submete-se uma planta à carência nutricional de cálcio, foram realizadas as seguintes medidas: peso da matéria fresca da raiz (MFR), folha (MFF), caule (MFC), e total (MFT) (Rodrigues, 1990). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), desdobrados em efeitos de regressão dentro de cada coleta (Banzatto e Kronka, 1989).

## Resultados e discussão

**Matéria fresca de raiz.** Os resultados obtidos para MFR, encontram-se na Tabela 1. A existência de variações significativas para os valores obtidos nas coletas não se reveste de grande importância, sendo normal a variação de resultados entre uma coleta e a subsequente, em função do crescimento vegetativo da planta. Tal resultado, portanto, não se deve somente à ação dos tratamentos, mas muito mais em decorrência do desenvolvimento normal do vegetal, o que sem dúvidas, dilui totalmente o efeito dos tratamentos. Assim, analisar-se-à neste trabalho, cada coleta individualmente e a ação dos tratamentos em cada coleta, isto é, o efeito de tratamentos diferenciais de cálcio numa mesma idade fisiológica. Daí, a análise com desdobramentos, onde são discutidas cada coleta separadamente, sendo o possível efeito do cálcio, discutido em função de uma regressão linear, quadrática ou cúbica.

Dessa forma, a análise da Tabela 1, mostra que nas coletas 1, 2 e 4 não houve significância nos valores de F obtidos, em qualquer das regressões estudadas. No entanto, encontramos significância estatística para a regressão quadrática na coleta 3 e regressão linear, quadrática e cúbica na coleta 5.

Verifica-se que nas coletas 1 e 2 não houve efeito dos diferentes tratamentos de cálcio na MFR, talvez devido ao pouco tempo decorrido entre a instalação do experimento e as duas

Tabela 1. Resultados obtidos para matéria fresca de raiz (em g/vaso) de *Stylosanthes guianensis* cv. Cook.

Tratamentos (Ca, mg/l)	Coletas (c)					Médias
	1	2	3	4	5	
200.00 (T1)	0.8	4.0	5.2	10.4	11.9	6.4
133.33 (T2)	1.0	4.6	9.0	11.3	15.1	8.2
66.66 (T3)	0.9	4.2	7.7	9.8	7.7	6.0
0.00 (T4)	0.6	4.1	5.0	8.3	3.9	4.2
Médias	0.8	4.2	6.7	9.9	9.6	—
<b>Causa de variação</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>				
Coletas (c)	4	53.6*				
Resíduo	10	—				
<b>Regr. em coleta 3</b>						
Linear	1	0.1				
Quadrática	1	4.8*				
Cúbica	1	0.3				
<b>Regr. em coleta 5</b>						
Linear	1	22.8*				
Quadrática	1	5.7*				
Cúbica	1	4.6*				

Regressão em coletas 1, 2, e 4 = não significativas.

primeiras coletas. No entanto, já na segunda coleta, a pesar de não ter sido detectado na análise de regressão, pode-se observar leve aumento nos valores obtidos para o tratamento T2, com queda quando os tratamentos com menores níveis de cálcio foram utilizados. Aliás, a análise das curvas obtidas a partir da coleta 3 mostra esse comportamento, detectado estatisticamente nesta coleta e nas coleta 5. Na coleta 3 verifica-se que o tratamento T1 apresenta valores menores que o T2, o qual apresenta os maiores resultados, vindo a seguir o tratamento T3 com os menores valores. Tais resultados, explicam a significância alcançada para a regressão quadrática nesta coleta. A coleta 5 caracteriza-se por valores significativos para regressão linear, quadrática e cúbica, mostrando um aumento da MFR no tratamento T2 e queda vertiginosa com a diminuição dos níveis de cálcio utilizados, característicos dos tratamentos T3 e T4. A coleta 4, apesar de não apresentar valores significativos, mostra tendência visual idêntica às duas coletas discutidas anteriormente, porém com variações de valores menos drásticas, o que talvez explique sua não significância estatística.

Fica evidente, como comportamento geral, que o tratamento T2 foi o que apresentou durante o experimento os melhores resultados para MFR. Os tratamentos com níveis menores de cálcio levaram à raízes com menos massa fresca, resultados de certa forma esperados. O que causou espécie foram os valores obtidos para MFR, naquelas plantas submetidas à níveis normais de cálcio (T1), onde as raízes apresentaram menores resultados de massa que o tratamento T2 e em algumas coletas, até mesmo que o tratamento T3 (coletas 1, 2 e 3). Esse fato, mostra que nas condições utilizadas, os maiores níveis de cálcio, normalmente os usuais na solução de Hoagland and Arnon (1950), não se traduziram nos melhores resultados para MFR, evidenciando que estes foram conseguidos com a diminuição de 1/3 na concentração de cálcio.

Estes resultados discordam daqueles obtidos da literatura. Assim, Rodrigues (1982) encontrou drásticas diferenças entre a produção de massa de raízes de plantas em níveis normais de cálcio, quando comparada com plantas carentes nesse nutriente. De certa maneira os resultados não desmentem aqueles de Rodrigues (1982), pois o tratamento omissivo (T4) apresentou valores de massa fresca extremamente baixos. A literatura é unânime em concordar sobre a ação do cálcio no crescimento das raízes, como registram os trabalhos de Andrew (1962), o qual afirma que na ausência deste elemento mineral, ocorre grande diminuição do desenvolvimento desses órgãos. Para Jones and Lunt (1967) a carência em cálcio leva à redução das raízes, atribuindo os autores tal fato à atuação desse mineral no controle da toxidez de outros ions sobre as raízes.

Dessa forma, pode-se depreender que a MFR sofre influência dos níveis de cálcio, diminuindo bastante nos tratamentos T3 e T4. No entanto, os melhores resultados foram conseguidos não com o tratamento T1, mas sim com o T2, que representa níveis abaixo dos usualmente utilizados na formulação de Hoagland and Arnon (1950).

**Matéria fresca de caule.** Na Tabela 2 encontram-se os resultados obtidos para MFC. Através da análise de variância, com desdobramentos para efeitos de regressão, na qual pode-se verificar que apenas nas coletas 4 e 5, ocorreram efeitos dos tratamentos de cálcio estatisticamente significativos para regressão

linear, o que indica que a MFC diminuiu de maneira significativa à medida que os níveis de cálcio caíram.

A análise da Tabela 2 confirma esses dados para as coletas 4 e 5, mostrando para a coleta 3 uma tendência biológica parecida, embora não significativa. Nas coletas 1 e 2, os diferentes níveis de cálcio praticamente não influíram na produção de massa fresca do caule, talvez pelo fato das plantas não estarem em pleno desenvolvimento, sendo utilizado para o metabolismo quantidades pequenas de cálcio, provavelmente sendo suficiente o já existente na semente da planta.

Assim, com exceção da coleta 3, os maiores níveis de cálcio corresponderam à maior produção de MFC, dados que concordam com a literatura. Mascarenhas (1973) e Rodrigues (1982) afirmam que em carência de cálcio ocorre decréscimo na massa de caule.

Tabela 2. Resultados obtidos para matéria fresca de caule (em g/vaso) de *Stylosanthes guianensis* cv. Cook.

Tratamentos (Ca, mg/l)	Coletas (c)					Médias
	1	2	3	4	5	
200.00 (T1)	0.4	3.0	6.4	10.4	11.9	6.4
133.33 (T2)	0.4	2.8	6.6	10.5	13.3	6.7
66.66 (T3)	0.2	3.1	5.2	7.9	7.1	4.7
0.00 (T4)	0.2	2.9	4.2	6.4	2.6	3.2
Médias	0.3	3.0	5.6	9.0	9.1	—

  

Causa de variação	GL	F
Coletas (c)	4	116.5*
Resíduo	10	—
Regr. em coleta 4		
Linear	1	10.8*
Quadrática	1	0.1
Cúbica	1	0.3
Regr. em coleta 5		
Linear	1	54.9*
Quadrática	1	3.1
Cúbica	1	2.1

Regressão em coletas 1, 2, e 3 = não significativas.

**Matéria fresca de folha.** Os efeitos dos tratamentos de cálcio, sobre a produção de matéria fresca de folha (MFF) estão expostos na Tabela 3. Os resultados evidenciam a existência de diferenças significativas para tratamentos nas coletas 3, 4 e 5. Nas coletas 1 e 2 não apareceram efeitos significativos dos níveis de cálcio empregados, talvez decorrente do pouco tempo entre as coletas e a diferenciação dos tratamentos. As coletas 3 e 4 indicam significância estatística para a componente linear da análise de regressão, indicando que o cálcio influi de maneira significativa na produção de massa foliar, isto é, à medida que os níveis de cálcio diminuem, caem os valores desta medida para as plantas de estilosantes. Na última coleta, além da regressão linear, mostrou-se significativa também a componente quadrática, indicando aumento, seguido de uma queda nos resultados de massa fresca foliar, em função do nível de cálcio utilizado.

A Tabela 3 mostra, ainda, o comportamento biológico das plantas de estilosantes, em função dos quatro níveis de cálcio utilizados, na produção MFF. A análise dessa Tabela evidencia o já relatado, mostrando quase nenhum efeito dos níveis de cálcio nas coletas 1 e 2; queda dos valores obtidos à medida que diminuem os teores de cálcio, nas coletas 3 e 4. Já na quinta coleta, o maior teor de cálcio (T1) mostrou menor massa foliar do que o tratamento cujo nível em cálcio era 1/3 menor (T2), cuja massa foliar foi mais elevada. A partir daí, conforme os níveis de cálcio diminuíram, até a carência total, os resultados da massa fresca foliar decresceram proporcionalmente.

Assim, de maneira geral, a MFF foi diminuindo em função da queda dos teores de cálcio empregados. Rodrigues (1982) não encontrou decréscimos na massa foliar de soja em tratamentos omissos em cálcio; naquelas plantas que receberam cálcio, houve aumento de massa seca foliar nos períodos críticos como floração e formação de sementes. Desta forma, os resultados aqui obtidos para estilosantes não concordam com os do autor supracitado.

**Matéria fresca total.** Os valores obtidos para MFT de plantas de estilosantes constituem a Tabela 4. A análise de variância dos resultados obtidos para esta medida evidenciou que até a coleta 3 não se observou efeitos significativos dos diferentes níveis de cálcio na produção de

Tabela 3. Resultados obtidos para matéria fresca de folhas (em g/vaso) de *Stylosanthes gulanensis* cv. Cook.

Tratamentos (Ca, mg/l)	Coletas (c)					Médias
	1	2	3	4	5	
200.00 (T1)	1.1	4.6	8.9	12.0	12.2	7.7
133.33 (T2)	0.8	4.7	7.6	12.1	13.3	7.7
66.66 (T3)	0.7	3.9	5.5	6.8	7.2	4.8
0.00 (T4)	0.4	3.7	4.9	5.2	2.0	3.3
Médias	0.7	4.2	6.7	9.0	8.7	—
<b>Causa de variação</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>				
Coletas (c)		4	104.1*			
Resíduo		10	—			
Regr. em coleta 3						
Linear		1	6.1*			
Regr. em coleta 4						
Linear		1	19.4*			
Quadrática		1	0.4			
Cúbica		1	2.5			
Regr. em coleta 5						
Linear		1	40.2*			
Quadrática		1	6.0*			
Cúbica		1	1.9			

Regressão em coletas 1 e 2, = não significativas.

matéria fresca. Estes, aparecem nas coletas 4 e 5, onde, segundo a estatística percebe-se o efeito do cálcio na MFT total. Na coleta 4, ocorre significância para a componente linear da análise de regressão, evidenciando queda brusca nesta medida, conforme os níveis de cálcio diminuem até a omissão (T4). Na coleta 5 acontece significância para regressão linear e quadrática, mostrando um aumento de MFT do tratamento T1 para T2, com conseqüente queda desses valores à medida que os teores de cálcio na solução diminuíram.

A análise da Tabela 4 mostra que apesar de não ser detectada pela análise de variância, mesmo nas coletas 1, 2 e 3, percebeu-se diferenças biológicas na MFT entre os vários níveis de cálcio empregados. Na coleta 1 os valores para MFT decrescem do tratamento T1 ao T4. Nas coletas 2 e 3 a produção também diminuiu nos menores níveis de cálcio (T3 e T4) ocorrendo, no entanto, acréscimo do tratamento completo àquele cujo teor de cálcio é cerca de 1/3 menor. Este comportamento biológico também foi verificando nas últimas coletas, só

Tabela 4. Resultados obtidos para matéria fresca total (em g/vaso) de *Stylosanthes guianensis* cv. Cook.

Tratamentos (Ca, mg/l)	Coletas (c)					Médias
	1	2	3	4	5	
200.00 (T1)	2.5	11.7	20.6	33.8	37.7	21.2
133.33 (T2)	2.3	12.1	23.2	34.0	41.7	22.7
66.66 (T3)	1.9	11.1	18.4	24.7	22.1	15.6
0.00 (T4)	1.3	9.8	14.2	19.9	8.7	10.8
Médias	2.0	11.2	19.1	28.1	27.5	—

Causa de variação	GL	F
Coletas (c)	4	104.1*
Resíduo	10	—
Regr. em coleta 4		
Linear	1	9.4*
Quadrática	1	0.4
Cúbica	1	0.7
Regr. em coleta 5		
Linear	1	41.4*
Quadrática	1	5.5*
Cúbica	1	3.2

Regressão em coletas 1, 2, e 3 = não significativas.

que nestas a massa fresca diminui muito mais intensamente, em função das quedas dos níveis de cálcio.

Pelos resultados obtidos, fica clara a importância do cálcio na produção de MFT de plantas de estilosantes. Baixos teores de cálcio levam à pequena produção de massa verde, indicando a necessidade de aplicação de cálcio nas pastagens que utilizam leguminosas para melhorar o nível protéico, seja este cálcio empregado como fertilizante direto ou via calagem. De maneira geral, a maioria dos autores (Helms and Myers, 1972; Mascarenhas, 1973; Rodrigues, 1982), concordam com os efeitos benéficos do cálcio no desenvolvimento das plantas, o que concordam com os obtidos em este trabalho, onde os baixos teores de cálcio levam à pequenas produções de MFT.

O presente trabalho trata do efeito de Ca sobre o crescimento da planta, uma vez que as mesmas foram supridas com nitrogênio. Em plantas dependentes da fixação biológica de N<sub>2</sub>, a resposta à Ca pode ser diferente e apresentar interação com o pH da solução.

## Conclusão

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir, apesar de algumas variações terem sido observadas, que nas condições estudadas as plantas de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. cv. Cook, durante a fase de crescimento vegetativo, alcançaram melhor desenvolvimento, traduzido em maior produção de massa verde, em níveis até 133.33 mg/litro de cálcio de solução nutritiva.

## Resumen

En el Departamento de Botánica del Instituto de Biociencias, Universidad Estadual Paulista, Brasil, se midió la respuesta de *Stylosanthes guianensis* cv. Cook a la aplicación de calcio. Para el efecto, en el invernadero se cultivaron plantas de esta especie en solución nutritiva de Hoagland y Arnon con 200, 133.33 y 66.66 mg/lit de calcio, más un tratamiento sin calcio. La solución tenía un pH de 6.0 y se renovaba cada 14 días. Las plantas se cosecharon cada 14 días, hasta 80 días después de la siembra, en un diseño completamente al azar en parcelas divididas.

Los resultados mostraron que para un buen establecimiento de *S. guianensis* cv. Cook es suficiente la aplicación de niveles de Ca hasta 133.33 mg/lit, con lo cual se garantiza una mayor producción de esta leguminosa.

## Summary

The purpose of this experiment was to study the effects of different levels of calcium on development of *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. cv. Cook in green matter production, using the following treatments: T1 (200 mg of calcium/liter), T2 (133.33 mg of calcium/liter), T3 (66.66 mg of calcium/liter), and T4 (without calcium). The experiment was conducted in hydroponic culture, using Hoagland and Arnon no. 1 solution, and in a greenhouse. A randomized complete block design with subdivided plots was used for the five harvests made, with 14-day intervals as plots and the treatments as subplots. Each treatment had three replications with two plants.

The results suggested that a treatment with a calcium concentration of up to 133.33 mg of calcium/liter, was effective in increasing green matter production of stylo plants.

## Referências

- Andrew, C. S. 1962. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: Hunlay, B. A. A review of nitrogen in the tropics with particular references pastures. Comm. Bur. Past. Fed. Crop Bull., Londres. 46:130-146.
- Banzatto, D. A. e Kronka, S. do N. 1989. Experimentação agrícola. FUNEP, Jaboticabal. 247 p.
- Barriga, J. P. 1979. Autoecologia de *Stylosanthes humilis* H.B.S.: Avaliação da viabilidade morfológica e estudos da biologia da semente. Piracicaba. Dissertação-Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- Benincasa, M. M. P. 1988. Análise de crescimento de plantas; noções básicas. FUNEP, Jaboticabal. 42 p.
- Dantas, J. P.; Bergamin Filho, H.; e Malavolta, E. 1979. Estudos sobre a nutrição mineral do feijão macassar (*Vigna sinensis* (L.) Endl.); 3: Efeitos das carências de micronutrientes no crescimento, produção e composição mineral das folhas. Anais Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz. v. 36, p. 259-267.
- França, G. E. e Carvalho, M. M. 1970. Ensaio exploratório de fertilizantes de cinco leguminosas tropicais em solo cerrado. Pesq. Agrop. Bras. 5:140-153.
- Helms, E. and Myers, N. 1972. Responses of bean sprouts (*Phaseolus vulgaris* L. and *Vigna sinensis* End.) to calcium. Thai. J. Agric. Sci. 5:15-21.
- Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. 1950. The water for growing plants without soil. Circ. Coll. Agric. Univ. Calif. 343:1-32.
- Jones, M. B.; Qualiato, J.; e Freitas, M. M. 1970. Resposta de alfalfa e algumas leguminosas tropicais à aplicação de nutrientes minerais em três solos de campo cerrado. Pesq. Agrop. Bras. 5:209-214.
- Jones, R. G. W. and Lunt, O. R. 1967. The function of calcium in plants. Bot. Rev. 33:407-426.
- Magalhães, A. C. N. 1979. Análise quantitativa de crescimento. In: Ferri, M. G. (coord.). Fisiologia vegetal. E.P.U./EDUSP, São Paulo. p. 331-350.
- Malavolta, E.; Dantas, J. P.; Morias, R. S.; e Nogueira, F. D. 1979. Calcium problems in Latin America. Comms. Soil Sci. Plant Anal. 10:29-40.
- Mascarenhas, H. A. A. 1973. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos, durante o ciclo vegetativo da soja. Instituto Agronomico de Campinas, Campinas, Brasil. Boletim técnico no. 6:1-48.
- Maynard, D. N. 1970. The effect of nutrient stress on the growth and composition of spinach. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 95:598-600.
- Millaway, R. M. and Wiersholm, L. 1979. Calcium and metabolic disorders. Comms. Soil Sci. Plant Anal. 10:1-28.
- Mohlenbrook, R. H. 1967. A revision of the genus *Stylosanthes*. Ann. Mo. Bot. Gdo. 44:299-355.
- Radford, P. S. 1967. Growth analysis formulae: Their use and abuse. Crop Sci. 7:171-175.
- Rodrigues, J. D. 1990. Influência de diferentes níveis de cálcio sobre o desenvolvimento de plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. cv Cook) em cultivo hidropônico. Univ. Estadual Paulista (UNESP) SP, Tese Livredocência, Botucatu. 180 p.
- Rodrigues, S. D. 1982. Análise de crescimento de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) submetidas à carência nutricionais. Dissertação Mestrado. Univ. Estadual Paulista (UNESP), SP, Brasil.
- Samuel, G. and Landrau, P. 1952. Manganese as an essential mineral for plants. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. 57: 154-162.
- Vidor, C. e Freire, J. R. 1970. Experimento sobre o efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a fixação simbiótica do nitrogênio pela soja. V Reunião Latino Americana sobre *Rhizobium*, Rio de Janeiro. p. 5.