

**Influência da carência nutricional sobre
alguns parâmetros da análise de crescimento
de plantas de soja (*Glycine max* (L.)
Merrill cv Santa Rosa)**

**Selma Dzimidas Rodrigues, Elizabeth Orika Ono,
José Figueiredo Pedras, João Domingos Rodrigues,
José Antonio Proença Vieira de Moraes, Maria Elena
Aparecida Delachiave e Carmen Sílvia
Fernandes Boaro**

Departamento de Botânica - Instituto de Biociências -
Campus de Botucatu
UNESP - CEP 18.618-000 - Botucatu (SP)

Resumo

A finalidade do presente trabalho foi estudar os efeitos da omissão na solução nutritiva de cálcio, boro e zinco sobre alguns parâmetros da análise de crescimento de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv Santa Rosa). O estudo foi conduzido sob cultivo hidropônico utilizando-se solução nutritiva no. 2 de Hoagland e Arnon completa (C), omissa em cálcio (-Ca), omissa em B (-B) e omissa em Zn (-Zn), totalizando 4 tratamentos. Os vasos foram divididos em 3 blocos, cada qual representando uma repetição, sendo efetuadas 7 coletas, nas quais foram calculados os seguintes parâmetros da análise de crescimento: razão de peso foliar (em g/g); razão de área foliar (em cm²/g) e área foliar específica (em cm²/g). A partir dos resultados obtidos nas condições deste trabalho, pode-se concluir que: a RPF aumentou inicialmente, durante a proliferação foliar e à medida que as folhas atingiam a fase madura, decresceu; a AFE decresceu durante a expansão foliar

e aumentou na fase de folhas adultas, voltando a decair; a RAF obedeceu a uma tendência geral de declínio durante o ciclo do vegetal, tendo sofrido incrementos nas fases iniciais do desenvolvimento vegetal.

Unitermos: soja, cálcio, boro, zinco, análise de crescimento

Summary

The objective of the present work was to study calcium, boron and zinc omission in the nutrient solution on the development of soybean plants (*Glycine max* (L.) Merrill cv Santa Rosa). The experiment was carried out in hydroponic culture, using Hoagland and Arnon nutrition solution no. 2: complete (C), lacking calcium (Ca), lacking boron (-B) and lacking (-Zn).. The pots were divided in three blocks, each one representing one repetition of the four treatments. Samples were collected at seven different periods of time to study: leaf weight ratio (g/g); leaf area ratio (cm²/g) and specific leaf area (cm²/g). From the results, in the experimental conditions, it was concluded that: LWR increased in the early leaf proliferation period and it decreased, when the leaves matured; SLA decreased in the same early phase and then increased, when the leaves were expanded, to decrease again; LAR tended to decrease all long the plant cycle, increasing only in the early plant development.

Key words: soybean, calcium, boron, zinc, growth analysis

Introdução

A análise de crescimento, segundo Magalhães (1979), descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade, avaliada através de parâmetros fisiológicos.

Tal definição coincide com o relato de Benincasa (1988), e mais, a autora refere que a acumulação de material resultante da fotossíntese líquida, passa a ser o aspecto fisiológico para a análise de crescimento. Dessa forma, a pesquisadora define fotossíntese líquida como a diferença entre a fotossíntese bruta, aquela resultante da atividade direta dos cloroplastos e o que é consumido pela respiração.

A observação de sintomatologia de carências minerais é encontrada na literatura, porém não associada à análise de crescimento. Parece óbvio que se um vegetal apresenta distúrbios de nutrição, apresentaria menor desempenho vegetal. Milthorpe e Moorby (1974) reportam que a insuficiência ou omissão de um elemento nutricional interfere na produção final, porém não se conhece qual dos parâmetros intermediários fica comprometido, alterando a produtividade.

Nos últimos anos têm-se observado aumento nas safras agrícolas, o que vem levando ao desgaste dos solos brasileiros. Assim, têm-se observado sintomas de carência de cálcio, boro e zinco nos solos do Estado de São Paulo.

A deficiência de zinco caracteriza-se pela redução no crescimento vegetal por falta de alongamento dos internós, do qual resultam em dicotiledôneas na formação em "roseta" e em monocotiledôneas em plantas anãs. Esses fatos têm como principal causa, a diminuição do nível de auxina, hormônio de crescimento, cujo precursor é o triptofano (Hewitt, 1963).

Segundo Malavolta *et al.* (1980), a falta de boro em plantas de soja não permite que a planta complete seu ciclo de vida. Vários processos metabólicos são influenciados, direta ou indiretamente pelo boro, tais como o metabolismo dos ácidos nucléicos, a biossíntese dos carboidratos, metabolismo protéico e outros (Mengel e Kirkby, 1987). Em decorrência de alterações metabólicas a vários níveis, surgem divergências sobre qual seria o papel primário do elemento: biossíntese de lignina e diferenciação do xilema (Lewis, 1980), estabilização da membrana (Pilbeam e Kirkby, 1983) ou alterações nas reações enzimáticas (Dugger, 1983).

Poovaiah e Reddy (1987) referem que nos últimos anos, ocorreram informações de que o cálcio não é simplesmente um macronutriente, mas tem grande papel no controle do metabolismo e desenvolvimento vegetal, estando envolvido em estímulos primários causados pelos hormônios e respostas à luz e gravidade. Desde a descoberta da calmodulina, as mensagens mediadas pelo cálcio são relacionadas a proteínas cálcio-ligadas. Polaridade, secreção, crescimento, divisão celular, amadurecimento e senescência e mesmo expressão gênica seriam influenciadas pelo cálcio e calmodulina.

Frente a esses problemas, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da carência de cálcio, zinco e boro na solução nutritiva,

sobre os parâmetros fisiológicos da análise de crescimento em plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv Santa Rosa).

Material e Métodos

O presente experimento foi conduzido em casa de vegetação da Estação Experimental Lageado, da Faculdade de Ciências Agronômicas, do Campus de Botucatu - UNESP.

Utilizaram-se vasos de plástico com 9 litros de capacidade, contendo como substrato quartzo moído devidamente tratado, conforme as recomendações de Sarruge e Haag (1974). Em cada vaso foram semeadas 10 sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv Santa Rosa), as quais foram umedecidas com água desmineralizada. Dez dias após a emergência das plântulas, procedeu-se ao desbaste, restando 3 plantas por vaso. Posteriormente, os vasos foram preenchidos com solução nutritiva no. 2 de Hoagland e Arnon (1950), modificada em consequência da omissão de cálcio, boro e zinco. Dessa forma, foram estabelecidos 4 tratamentos, a saber: solução nutritiva completa (C); solução nutritiva omissa em cálcio (-Ca); solução nutritiva omissa em boro (-B) e solução nutritiva omissa em zinco (-Zn).

Para a avaliação do efeito das carências minerais sobre o desenvolvimento das plantas de soja, foram calculados os seguintes parâmetros fisiológicos da análise de crescimento:

- a) Razão de peso foliar (RPF, em g/g), definida como a relação entre a matéria seca da folha (MSF) e a matéria seca da planta (MST), conforme Magalhães (1979).
- b) Área foliar específica (AFE, em cm^2/g), cujo inverso reflete a espessura da folha, relacionando a superfície com o peso da matéria seca da própria folha (Benincasa, 1988). O cálculo da AFE, segundo Magalhães (1979), foi definido como a razão entre a área foliar (AF) e a matéria seca das mesmas (MSF).
- c) Razão de área foliar (RAF, em cm^2/g) que representa a medida da dimensão relativa do aparelho assimilador, servindo como parâmetro apropriado para as avaliações dos efeitos genotípicos, climáticos e do manejo de comunidades vegetais (Rodrigues,

1982). Esta expressão é definida como o quociente entre a área foliar (AF) e a matéria seca da planta (MST);

Para o cálculo desses três parâmetros fisiológicos da análise de crescimento, além dos dados de área foliar, utilizou-se também dos dados de matéria seca, que foi determinada através de secagem do material vegetal, em estufa com circulação forçada de ar, a 60 - 70°C, até este material atingir massa constante (Benincasa, 1988; Rodrigues, 1990), o qual foi medido em cada órgão individualmente, isto é, raiz, caule e folhas. Essas avaliações foram efetuadas em 7 coletas, realizadas a intervalos de 14 dias.

A área foliar (AF, em cm²) foi obtida imprimindo-se os contornos das folhas em papel heliográfico, com distribuição de peso e área, o qual permite a impressão das folhas por apresentar pigmentos fotossensíveis, que mediante exposição à luz sofre mudanças de cor. O papel é, em seguida, revelado em vapor de hidróxido de amônio, sendo as folhas recortadas e pesadas. Como a relação entre área e peso do papel é conhecida e constante, as folhas tem sua área através do peso (Rodrigues, 1990).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com 3 blocos, cada bloco possuindo 3 plantas, totalizando 9 plantas por tratamento e por coleta. Os resultados dos parâmetros fisiológicos estudados não foram analisados estatisticamente, uma vez que não se pode afirmar que essas variáveis, por serem calculadas, obedeçam as pressuposições básicas para a realização da análise de variância (Banzatto e Kronka, 1989).

Resultados e Discussão

1 Razão de peso foliar

A razão de peso foliar (RPF) reflete a relação do aparelho fotossintetizante em termos de massa em relação à biomassa vegetal total, estando os resultados apresentados na Figura 1, onde se verifica tendência genérica para redução desse valor, para todos os tratamentos, à medida que o ciclo do vegetal se desenvolve com exceção, do pico verificado na coleta III.

Influência da carência nutricional da soja

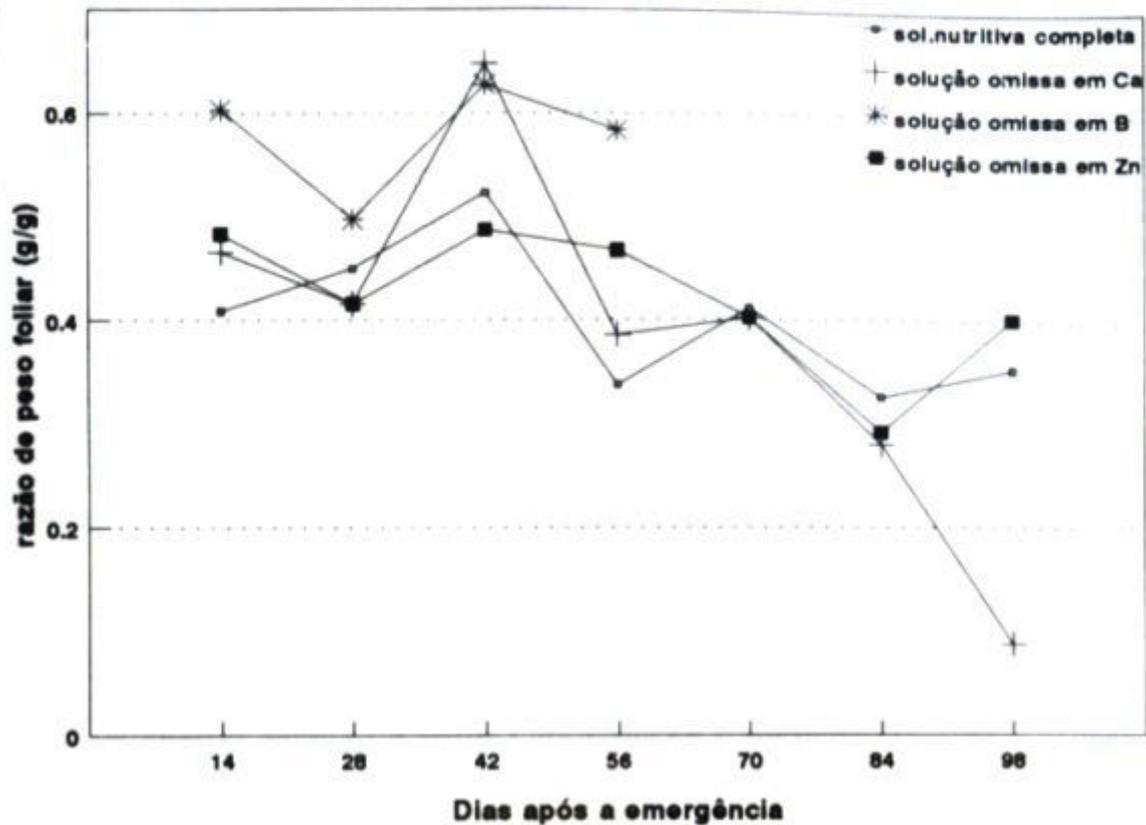


Figura 1: Razão de peso foliar (g/g) de plantas de soja, cv Santa Rosa, cultivadas em solução nutritiva completa e sem a adição de Ca, B e Zn, em diferentes épocas de coleta. Média de 3 repetições.

Em plantas de soja, de acordo com Koller *et al.* (1970), a RPF reflete um direcionamento de assimilados para a folha até o período da 3a. folha trifoliada, porém seus aumentos são discretos até a ocasião da 10a. folha trifoliada (40 dias após a sementeira), quando atinge o pico máximo e declina até o final do ciclo. Os resultados de Lugg e Sinclair (1980) são de decréscimo da RPF até a metade do período de formação de vagens, apresentando pico súbito e depois declinando rapidamente. Os mesmos autores, em outro trabalho de 1980, demonstraram que a RPF decresce nas fases de aumento de área foliar e depois aumenta, ocasião em que as folhas são mais espessas; por ocasião da senescência a RPF diminui.

Portanto, os dados obtidos para a RPF em tratamento completo, coincidem com os da literatura, ou seja, obedecem ao comportamento seguinte: inicialmente, há uma proliferação foliar, levando a um aumento de peso, em detrimento ao acréscimo no restante dos órgãos da soja. À medida que as folhas atingem sua fase adulta, começa a haver decréscimo da RPF,

ou seja, há direcionamento de compostos fotossintetizados para outras regiões vegetais, inclusive aquelas responsáveis pela reprodução (Koller, 1972; Lugg e Sinclair, 1980).

De modo geral, o tratamento -B apresenta variações, embora com maiores valores de RPF que os demais tratamentos, fato plenamente concorde com a literatura. Este elemento, de função ainda não totalmente estabelecida, parece exercer papel preponderante na translocação de carboidratos. Assim, Andrew (1962) relata que na carência de boro há acúmulo de carboidratos e restrição na formação de tecido esponjoso na folha, embora Sarin e Sadgopal (1965) atribuam esse aumento de carboidratos nas folhas um sintoma secundário, que ocorre na carência de boro. Autores como Hull e Lermann (1972) analisaram a distribuição de carboidratos em plantas deficientes em boro e observaram que o conteúdo de açúcares foi maior em folhas, em relação às demais partes da planta. Também Bible *et al.* (1981) notaram em rabanetes carentes no elemento em questão, acentuado declínio na translocação. Price *et al.* (1972), fazendo uma revisão das funções do boro, consideram a hipótese de Gauch e Dugger (1953) ainda a mais persistente e aceita. Assim, o boro atuaria facilitando o transporte de carboidratos através de membranas, alterando os padrões de translocação de carboidratos das folhas, levando a um acúmulo desses assimilados nos locais de produção e geralmente uma situação de maior peso desses órgãos, em relação à biomassa total do vegetal, resultando numa maior RPF nesse tratamento, em relação aos demais.

Sabe-se que o cálcio também interfere na translocação, ou seja, Millaway e Wiersholm (1979) demonstraram que em plantas carentes em cálcio, há acúmulo de carboidratos nas folhas. Dessa forma, é perfeitamente esperado valores altos da RPF na carência de cálcio, enquanto que a diminuição desse parâmetro por ocasião da coleta III em diante, obedece o já referido para o tratamento Completo.

O tratamento -Zn, comportou-se de maneira muito semelhante ao Completo, e como já foi referido anteriormente, os parâmetros fisiológicos, ainda não receberam a devida atenção dos pesquisadores, em correlacioná-los às carências nutricionais. Assim, se poderia também associar o comportamento das plantas nesse tratamento, com o já discutido em relação ao tratamento Completo.

Influência da carência nutricional da soja

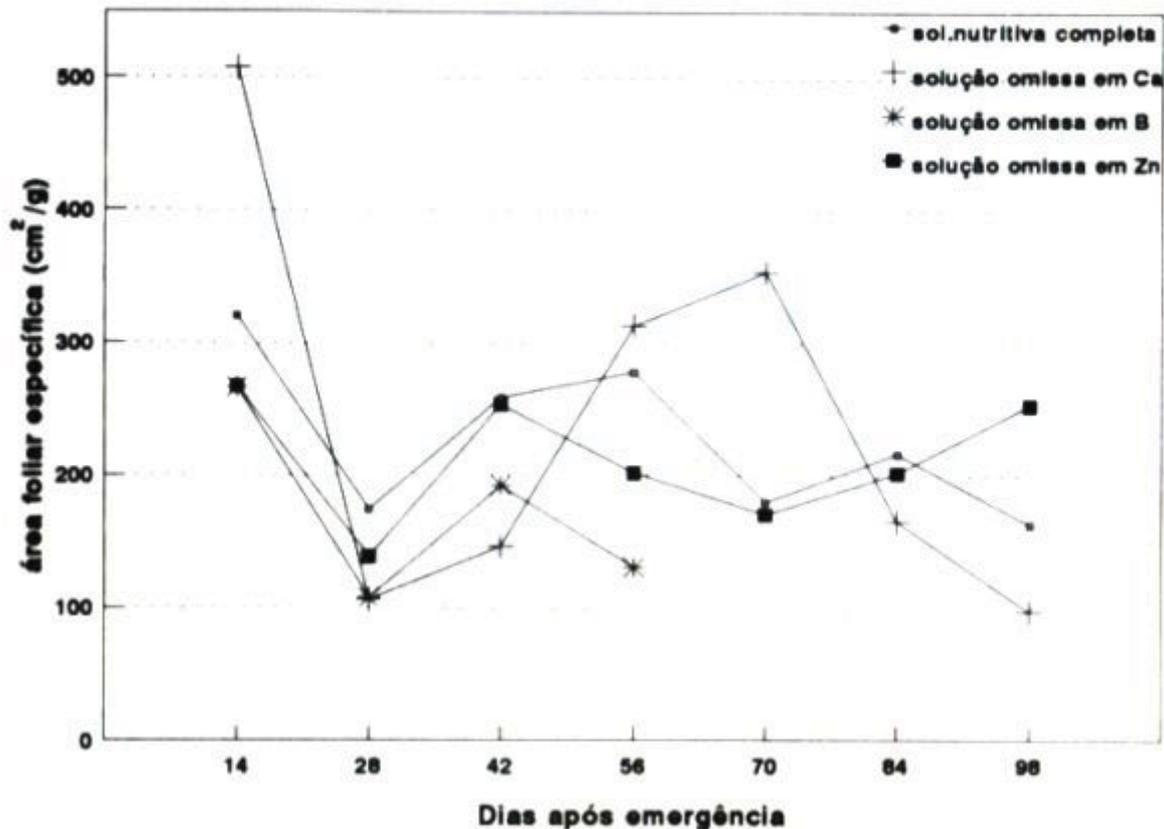


Figura 2: Área foliar específica (cm^2/g) de plantas de soja cv Santa Rosa, cultivadas em solução nutritiva completa e sem a adição de Ca, B e Zn, em diferentes épocas de coleta. Média de 3 repetições.

2 Área foliar específica

Na Figura 2 estão representados os resultados obtidos para área foliar específica (AFE), onde pode-se observar comportamento semelhante, considerando a tendência geral de ontogenia da soja, nos quatro tratamentos, embora os valores para os mesmos fossem diversos.

Assim, os tratamentos Completo e -Zn demonstraram tendência a curvas decrescentes até a coleta V, para em seguida aumentar e se diferenciar no final. O tratamento -Ca apresenta comportamento distinto e o -B segue tendência de -Zn e Completo.

Koller *et al.* (1970) referem que a AFE segue tendências similares à RPE, apresentando pequenos incrementos constantes até a 10ª. folha trifoliada, ou cerca de 40 dias após a semeadura, decrescendo em seguida até o final do ciclo vegetal. Na verdade, a AFE, citando Magalhães (1979), reflete a espessura foliar; assim, os dados obtidos implicam um aumento nesse parâmetro fisiológico, à medida que a folha atinge a fase adulta, quando

então, após atingir a máxima expansão foliar, permitida pelas características genéticas da espécie, somente aumenta em espessura, podendo inclusive acumular reservas. O pico máximo da AFE, por ocasião da 4ª coleta, embora coincida com declínio na área foliar, também o é com uma diminuição significativa na matéria seca de folhas, e assim a relação pode perfeitamente apresentar essa elevação. A queda observada na coleta V reflete aumento de ambos componentes desse parâmetro fisiológico, levando ao resultado obtido, dada ao maior acréscimo em termos de matéria seca, em comparação à área foliar. Assim, as variações entre os componentes, área foliar e matéria seca de folhas são os que determinam os picos e menores valores, notados nos resultados.

Os tratamentos -Zn e -B, apresentaram tendências semelhantes, e assim, obedecem ao referido por Koller *et al.* (1970) e por extrapolação, ao relatado por Lugg e Sinclair (1980).

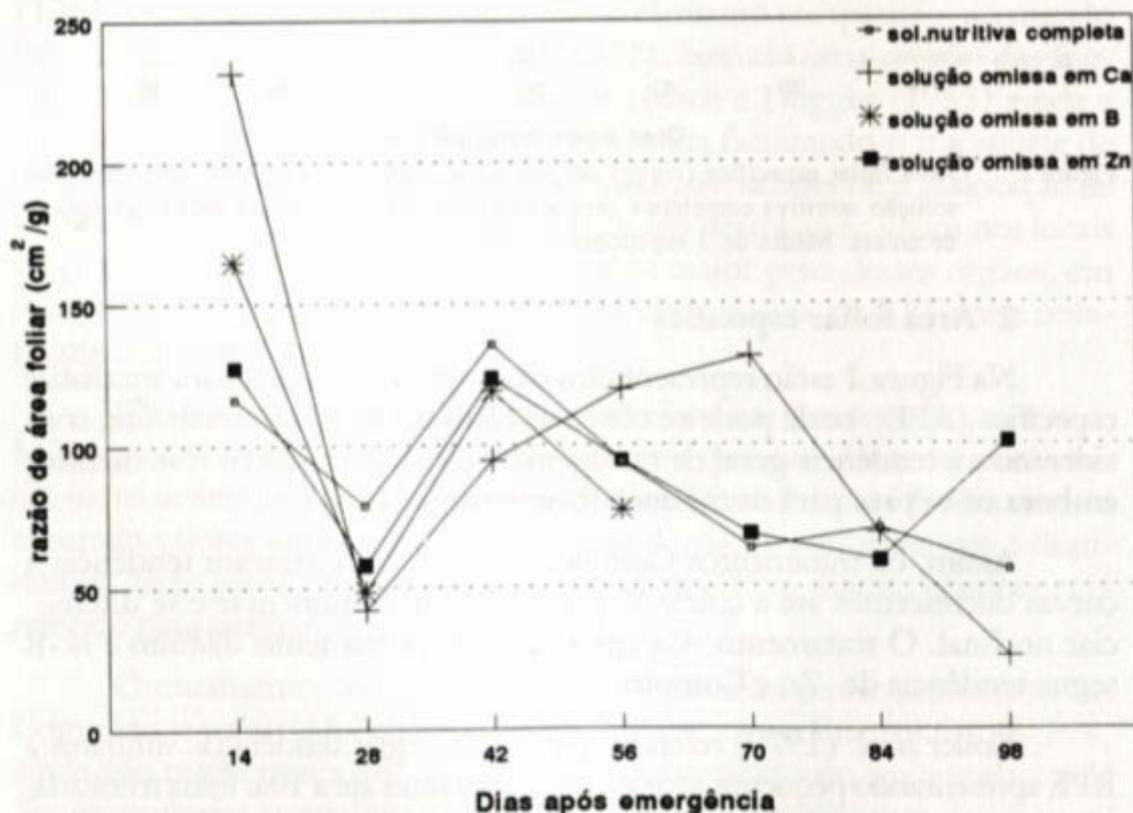


Figura 3: Razão de área foliar (cm²/g) de plantas de soja, cv Santa Rosa, cultivadas em solução nutritiva completa e sem a adição de Ca, B e Zn, em diferentes épocas de coleta. Média de 3 repetições.

Considerando o tratamento -Ca, este apresentou pico máximo por ocasião da 5a. coleta, a qual marca nitidamente o início da fase reprodutiva. Assim, também a AFE para essa carência nutricional demonstrou a importância desse mineral, quando da formação dos órgãos responsáveis pela dispersão da espécie.

3 Razão de área foliar

Os resultados obtidos para a razão de área foliar (RAF) encontram-se na Figura 3. Esse parâmetro fisiológico representa a dimensão relativa do aparelho fotossintetizador, inclusive sendo um parâmetro apropriado à avaliação dos efeitos genotípicos, climáticos e de manejo de comunidades vegetais.

A tendência geral de comportamento dos tratamentos Completo, -Ca, -B e -Zn são muito semelhantes, à exceção de -Ca que mostra aumentos na RAF, por ocasião da coleta IV, atingindo pico na 5a. coleta. Na verdade, pode-se afirmar que a RAF nos 4 tratamentos tende a decrescer no decorrer do ciclo.

Koller *et al.* (1970), trabalhando com soja 'Amsoy', relatam que a RAF apresenta dois picos, um por ocasião da 2ª folha trifoliada e outro por volta de 30-40 dias pós-semeadura, continuando o declínio até o final do ciclo. Em condições de Brasil, Santos Filho *et al.* (1978) relatam que a RAF apresentou decréscimos, a não ser um pico em torno de 76 dias; o primeiro declínio desse parâmetro foi atribuído ao aumento da biomassa não fotossintetizante e o segundo à queda de folhas. Assim, no tratamento Completo, as plantas apresentavam declínios e picos compatíveis com os resultados de Koller *et al.* (1970) e de Santos Filho *et al.* (1978). O mesmo pode-se atribuir às plantas dos tratamentos -Zn e -B.

A RAF representa uma relação entre a área foliar e a matéria seca da planta como um todo. Já foi visto anteriormente, para o tratamento -Ca, que a área foliar sofre acréscimo até a coleta V, época que limita a fase vegetativa da reprodutiva no experimento conduzido. A partir de um determinado limiar, face à omissão do elemento na solução nutritiva e maior demanda do mineral (de acordo com Harper, 1971; Gallaher *et al.*, 1976 e Konno, 1977), instalou-se a carência nutricional de maneira mais evidente, ocorrendo declínio da área foliar. Assim, levando-se em conta a área foliar crescente até

S. D. Rodrigues et al.

a 5ª coleta e declinando após esta, bem como a matéria seca da planta, cujos acréscimos são discretos até a data em pauta e diminuindo a partir da referida 5ª coleta, permite-se o delinear de uma curva ascendente de RAF, até o início da formação de flores e descendente na fase reprodutiva. Não ocorreu comportamento semelhante aos dos tratamentos Completo e -Zn, principalmente considerando-se a imobilidade do cálcio no vegetal (Millaway e Wiersholm, 1979) e conseqüentemente não reciclagem, para sustentar o crescimento de novas folhas.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos e nas condições estudadas, pode-se concluir que:

- plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv Santa Rosa) têm seu desenvolvimento comprometido na ausência de cálcio, zinco ou boro, inclusive a omissão de boro não permite que a planta complete seu ciclo vital;
- a Razão de Peso Foliar (RPF) aumentou inicialmente, por ocasião da proliferação foliar e à medida que as folhas atingiam a fase madura, decresceu;
- a Área Foliar Específica (AFE) decresceu por ocasião da expansão foliar e aumentou na fase de folhas adultas, voltando a decair;
- a Razão de Área Foliar (RAF) obedeceu a uma tendência geral de declínio durante o ciclo do vegetal, tendo sofrido incrementos nas fases iniciais do desenvolvimento vegetal.

Referências bibliográficas

- Andrew, C.S. (1962). Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legs. In: Hunlay, B. A review of nitrogen and tropics with particular references pastures. *Comm. Bur. Past. Fed. Crop Bull.*, **46**: 130-146.
- Banzatto, D.A. e Kronka, S. do N. (1989). *Experimentação agrícola*. FUNEP. Jaboticabal, 247pp.

Influência da carência nutricional da soja

- Benincasa, M.M.P. (1988). *Análise de crescimento de plantas; noções básicas*. FUNEP. Jaboticabal, 42pp.
- Bible, B.B.; Ju, H.Y. and Chong, C. (1981). Boron deficiency in relation to growth and thiocyanate toxin content in radish. *Scientia Horticulturae*, **15**: 201-205.
- Dugger, W.M. (1983). Boron in plant metabolism. *In: Inorganic Plant nutrition, Encyclopedia of plant physiology*. vol.15, Springer-Verlag. Heidelberg, pp.626-650.
- Gallaher, R.N.; Brown, R.H.; Ashley, D.A. and Jones Jr., J.B. (1976). Photosynthates and $^{14}\text{CO}_2$ photosynthate translocations from calcium-deficient leaves of crops. *Crop Sci.*, **16**: 116-119.
- Gauch, H.G. e Dugger, W.M. (1953). The role of boron in the translocation of sucrose. *Plant Physiol.*, Bethesda, **28**: 457-466.
- Harper, J.E. (1971). Seasonal nutrient uptake and accumulation patterns in soybean. *Crop Sci.*, **11**: 347-351.
- Hewitt, E.J. (1963). Essential nutrient elements: requirements and interactions in plants. *In: Stewart, F.C. (Editor). Plant physiology; a treatise*. Academic Press. New York, pp.240-270.
- Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. (1950). The water method for growing plants without soil. *Circ. Coll. Agric. Univ. Calif.*, **343**:1-32.
- Hull, R.J. and Lermann, S.L. (1972). Photosynthate distribution in boron deficient bean leaves. *Ann. Bot.*, **49**: 22.
- Koller, H.R. (1972). Leaf area-leaf weight relationship in the soybean canopy. *Crop Sci.*, **12**: 180-183.
- Koller, H.R.; Nyquist, W.E. and Chorush, I.S. (1970). Growth analysis of a soybean community. *Crop Sci.*, **10**: 407-412.
- Konno, S. (1977). Growth and ripening of soybean. *Tech. Bull. Food Fert. technol. Center*, **32**: 1-22.
- Lewis, D.H. (1980). Are there interrelations between the metabolic role boron, synthesis of phenolic phytoalexins and the germination of pollen? *New Phytol.*, Oxford, **84**:261-1170.
- Lugg, D.G. and Sinclair, T.R. (1980). Seasonal changes in morphology and anatomy of field grown soybean leaves. *Crop Sci.*, **20**: 191-196.
- Magalhães, A.C.N. (1979). Análise quantitativa de crescimento. *In: Ferri, M.G. (coord.). Fisiologia vegetal*. E.P.U./EDUSP. São Paulo, pp.331-335.

S. D. Rodrigues et al.

- Malavolta, E.; Calvache Ulloa, A.M. e Morales, L.E. (1980). Efeitos das deficiências de alguns micronutrientes em dois cultivares (Santa Rosa e UFV-1) de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Anais Esc. sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, **38**: 365-373.
- Mengel, K. and Kirkby, A. (1987). *Principles of plant nutrition*. International Potash Institute. Bern, 687pp.
- Millaway, R.M. and Wiersholm, L. (1979). Calcium and metabolic disorders. *Comms. Soil Sci. Pl. Anal.*, **10**: 1-28.
- Milthorpe, F.L. and Moorby, J. (1974). *An introduction to crop physiology*. Cambridge University. Cambridge, 201pp.
- Pilbeam, D.J. and Kirkby, E.A. (1983). The physiology role of boron in plants. *J. Plant Nutrition, New York*, **6** (7): 563-582.
- Poovaiah, B.W. and Reddy, A.S.N. (1987). Calcium messenger system in plants. *CRC crit. Rev. Pl. Sci.*, **6**: 47-103.
- Price, C.A.; Clark, H.E. and Funkhouser, E. A. (1972). Functions of micronutrient in plants. *In*: Merdvedt, J.J.; Giordano, P.M.; Lindsay, W.L. *Micronutrient in agriculture*. Soil Science Society of America. Madison, 660pp.
- Rodrigues, J.D. (1990). *Influência de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas de estilosantes (Stylosanthes guyanensis (Aubl.) Swartz cv 'Cook'), em cultivo hidropônico*. Tese de Livre Docência, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil, 180pp.
- Rodrigues, S.D. (1982). *Análise de crescimento de plantas de soja (Glycine max (L.) Merrill cv 'Santa Rosa') submetidas a carências nutricionais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil, 165pp.
- Santos Filho, B.G.; Madruga, L.A.N.; Peters, J.A. e Farias, C.A. (1978). Análise de crescimento de duas linhagens de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em Pelotas, RS. *Anais do I Sem. de Pesq. Soja*, **2**: 348-361.
- Sarin, M.N. and Sadgopal, A. (1965). Studies on the effect of boron deficiency in tomato seedlings. I. Growth and anatomical responses. *Indian J. Plant Physiol.*, **8**: 119-129.
- Sarruge, J.R. e Haag, H.P. (1974). *Análises químicas em plantas*. ESALQ. Piracicaba, 56pp.