

EFEITOS DE DESFOLHAMENTOS ARTIFICIAIS SOBRE A PRODUÇÃO E ACÚMULO DE MATÉRIA SECA EM DUAS CULTIVARES DE SOJA¹

AMIR PISSAIA², LUIZ OSVALDO COLASANTE³ e JOSÉ ANTONIO COSTA⁴

RESUMO - No ano agrícola de 1978/79, na Estação Experimental Agronômica da UFRS, em Guaíba, foi conduzido experimento a campo com a finalidade de determinar a influência de desfolhamentos artificiais de 33, 67, e 100%, aplicados nos estádios de desenvolvimento V4, R1/R2, R3, R4, R5 e R6, sobre a produção e acúmulo de matéria seca, nas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), Paraná (precoce) e Santa Rosa (tardia). Verificou-se diminuição no acúmulo de matéria seca total, proporcional à elevação do nível de desfolhamento no estádio R3. Com a elevação dos níveis de desfolhamento em R4, os acréscimos do acúmulo de matéria seca nos grãos se tornaram menores nas duas cultivares, pelo aumento progressivo de competição entre as estruturas vegetativas e reprodutivas que se desenvolviam simultaneamente. O estádio mais crítico ao desfolhamento para ambas as cultivares foi R5.

Termos para indexação: *Glycine max* (L.) Merrill, taxa de crescimento, suprimento de assimilados, remoção de folhas.

EFFECT OF ARTIFICIAL DEFOLIATION IN DRY MATTER PRODUCTION AND ACCUMULATION IN TWO SOYBEAN CULTIVARS

ABSTRACT - A field experiment was conducted during the 1978/79 growing season at the Agronomic Experimental Station, UFRS, Guaíba, with the objective of determining the effects of defoliation levels of 33, 67 and 100%, applied at development stages V4, R1/R2, R3, R4, R5 and R6, on dry matter accumulation in two soybean cultivars (*Glycine max* (L.) Merrill), Paraná (early maturity) and Santa Rosa (late maturity). Defoliation levels had different effects upon plant development according to the development stage. Total dry matter accumulation decreased, affected by the increasing levels of defoliation in R3. Seed dry matter accumulation decreased in both cultivars with increasing levels of defoliation at stage R4, due to a progressive competition increase between vegetative and reproductive structures developing simultaneously. The defoliation at stage R5 was most critical in both cultivars.

Index terms: *Glycine max* (L.) Merrill, growth rates, leaf removal.

INTRODUÇÃO

A relação entre a perda de área foliar da soja e o acúmulo de matéria seca (MS) nas diferentes partes da planta é pouco explorada em trabalhos de desfolhamento.

A redução da área foliar pode influenciar o crescimento e desenvolvimento da planta, alterando o processo de acúmulo de MS em relação à

taxa e ao tempo de acúmulo. A influência se dá pelas modificações nas atividades fisiológicas da planta, refletindo-se na produtividade.

Gibson et al. (1943) constataram, em soja, que o peso seco de caule estava inversamente relacionado com severidade dos desfolhamentos. Aplicação de desfolhamentos nos estádios iniciais de desenvolvimento proporciona às plantas maior capacidade de recuperação (Weber 1955, Weber & Caldwell 1966). Turnipseed (1972) chegou à conclusão de que perdas foliares de 33 e 67% eram compensadas pela maior penetração de luz às camadas inferiores, aumentando a produção de assimilados.

As partes vegetativas da planta de soja servem como reservas de nutrientes minerais e carboidratos que são translocados para os grãos, durante o período de enchimento (Henderson & Kamprath 1970, Hanway & Thompson 1971, Hanway & Weber 1971, Mascarenhas 1973, Bataglia et al. 1976 e 1977, Pacova et al. 1977). Os legumes tam-

¹ Aceito para publicação em 26 de fevereiro de 1982.

Parte do trabalho de tese do primeiro autor, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Fac. de Agron. da UFRS. Trabalho parcialmente financiado pela FAPERGS, CNPq e PROPESP da UFRS.

² Eng.^o Agr.^o, M.Sc., Prof.-Assistente do Depart. de Fitot., UFPR, Caixa Postal 672, CEP 80000 - Curitiba, PR.

³ Eng.^o Agr.^o, M.Sc., Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, CEP 86100 - Londrina, PR.

⁴ Eng.^o Agr.^o, Ph.D., Prof.-Adjunto do Depart. de Fitot., UFRS, Bolsista do CNPq, CEP 90000 - Porto Alegre, RS.

bém são citados como fonte importante de reservas para os grãos (Streeter & Jeffers 1979).

A variação na taxa de acúmulo de MS entre cultivares é uma característica de cada cultivar (Egli 1975) e o acúmulo de MS nos grãos está relacionado com a habilidade da planta de fixar CO₂ em comunidade durante o período de enchimento de grãos ou translocar reservas armazenadas de outras partes da planta (Egli 1975, Sanders et al. 1977).

Enyi (1975) constatou reduções no peso seco de caule, legumes e grãos, com efeitos mais pronunciados em 100% de desfolhamento. Quando efetuado no início de enchimento de grãos, prejudicou mais o peso seco de legumes e grãos. Doze semanas após a semeadura, reduziu significativamente o peso de caule.

Este trabalho tem o propósito de esclarecer alguns dos mecanismos fisiológicos que controlam o desenvolvimento das plantas. Considerando que esses resultados, relacionados à capacidade da planta de soja translocar para os grãos, produtos da fotossíntese, previamente acumulados nos folíolos, pecíolos, caule e legumes, possam servir de informações básicas a trabalhos posteriores dessa natureza. Objetiva, também, mensurar os efeitos dos desfolhamentos sobre as modificações nos processos compensatórios de desenvolvimento, a duração e a variação do acúmulo de MS nas partes vegetativas e reprodutivas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Guaíba, na região fisiográfica da depressão central do Estado, em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo (Brasil, Ministério da Agricultura 1973), classificado como Laterítico Bruno-Avermelhado Distrófico. O clima, segundo a mesma publicação, está situado numa região de transição entre os tipos Cfa 1 e Cfa 2, pela classificação de Köppen, ou seja, um clima subtropical úmido.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados, quatro repetições, com parcelas principais sub-subdivididas. As parcelas principais constituíram-se das épocas de desfolhamento (estádios); as sub-parcelas, dos níveis; e as sub-subparcelas, das cultivares.

Cada sub-subparcela foi formada por quatro linhas de 5,50 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. A semeadura foi efetuada com sementes em excesso e desbaste

posterior, ajustando-se a população de plantas a um equivalente de 400.000/ha.

O controle de plantas invasoras foi efetuado com os herbicidas, trifluralina em pré-semeadura incorporado, na dose de 0,900 kg/ha, e com bentazon em jato dirigido, na dose de 1,2 l/ha.

Para o controle dos insetos mastigadores e sugadores, foram efetuadas cinco aplicações com inseticidas à base de monocrotophós e uma com inseticida à base de thiodan.

Os desfolhamentos foram induzidos artificialmente, eliminando-se número variável de folíolos de todas as folhas trifolioladas das plantas, de acordo com o nível desejado. O nível de 33% foi obtido eliminando-se, ao acaso, apenas um folíolo; de 67%, pela eliminação de dois folíolos e de 100% eliminando-se os três folíolos. Os pecíolos permaneceram nas plantas.

As épocas de desfolhamento, em número de seis, foram baseadas nos estádios de desenvolvimento V4, R1/R2, R3, R4, R5 e R6, segundo escala de Fehr & Caviness (1977).

Para a determinação do acúmulo de MS entre épocas de desfolhamento, foram amostradas dez plantas (0,25 m²) ao acaso, das sub-subparcelas testemunhas, em cada época de desfolhamento. Esta foi tomada como padrão e representativa para as épocas em que se efetuavam os desfolhamentos para todos os níveis.

Das parcelas onde já haviam sido efetuados os desfolhamentos em épocas anteriores (estádio) a que se estava efetuando, foram amostradas cinco plantas (0,125 m²) ao acaso, para cada um dos níveis aplicados, com a finalidade de determinar a resposta das plantas ao acúmulo de MS após o desfolhamento, entre o subperíodos de desenvolvimento e a diferença entre os tratamentos.

Nas amostragens em V4 e R1/R2, as plantas foram desdobradas em subamostras, correspondentes a caule, folíolos e pecíolos; em R3 e R4, em caule, folíolos, pecíolos e legumes; em R5 e R6, em caule, pecíolos, folíolos, legumes (sem grãos) e grãos; e em R8, em caule, legumes (sem grãos) e grãos. Após a preparação das plantas, foram secadas em estufa, à temperatura de 60°C, até peso constante, e avaliado o acúmulo de MS com base no peso seco, expresso em gramas/planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram mensurados os efeitos dos tratamentos sobre o acúmulo de MS de caule, folíolos, pecíolos, legumes, grãos e o total, em gramas/planta em valores absolutos.

Aplicação dos desfolhamentos no estágio V4

A medida que os níveis de desfolhamentos aumentaram, as plantas passaram a utilizar menor quantidade de assimilados na formação das novas folhas e no desenvolvimento de caules (Fig. 1). Gibson et al. (1943) concluíram que o peso seco

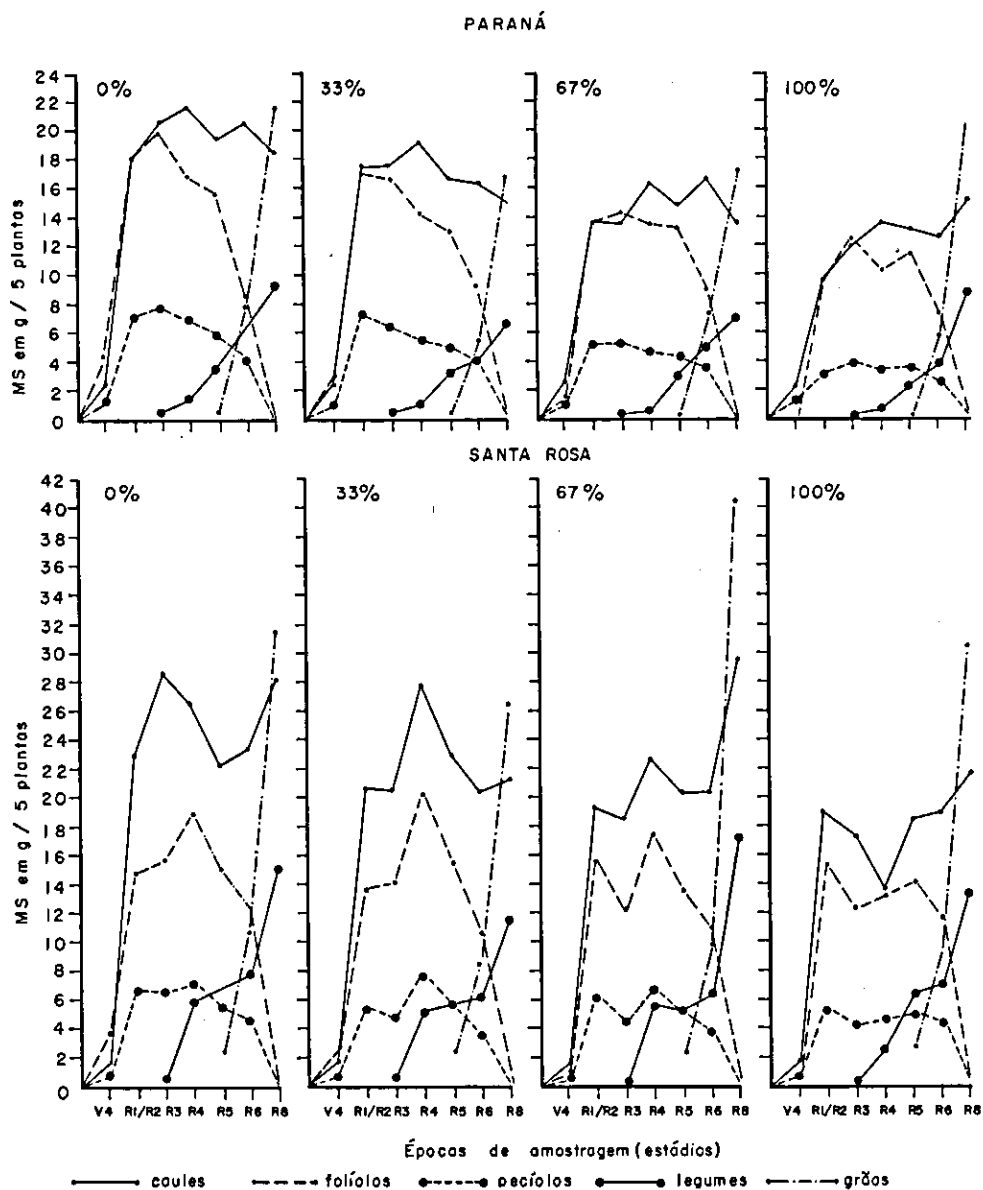


FIG. 1. Acúmulo de MS em duas cultivares de soja, submetidas a quatro níveis de desfolhamento no estágio V4, EEA, UFRGS, Guaíba, 1978/79.

de caule estava inversamente relacionado com a severidade dos desfolhamentos.

Em relação às estruturas reprodutivas, o comportamento foi diferente. No estágio R8, o desfolhamento de 67%, na cultivar Santa Rosa, resultou em maior peso seco total, devido ao elevado peso seco de grãos.

Aplicação dos desfolhamentos no estágio R1/R2

As plantas continuaram acumulando MS nos folíolos (Fig. 2). A cultivar Paraná, com 67% de desfolhamento, e a Santa Rosa, com 67 e 100%, continuaram acumulando MS nos folíolos até R5. A pequena redução de MS de folíolos entre R4-R6, nos dois níveis mais elevados de desfolhamento,

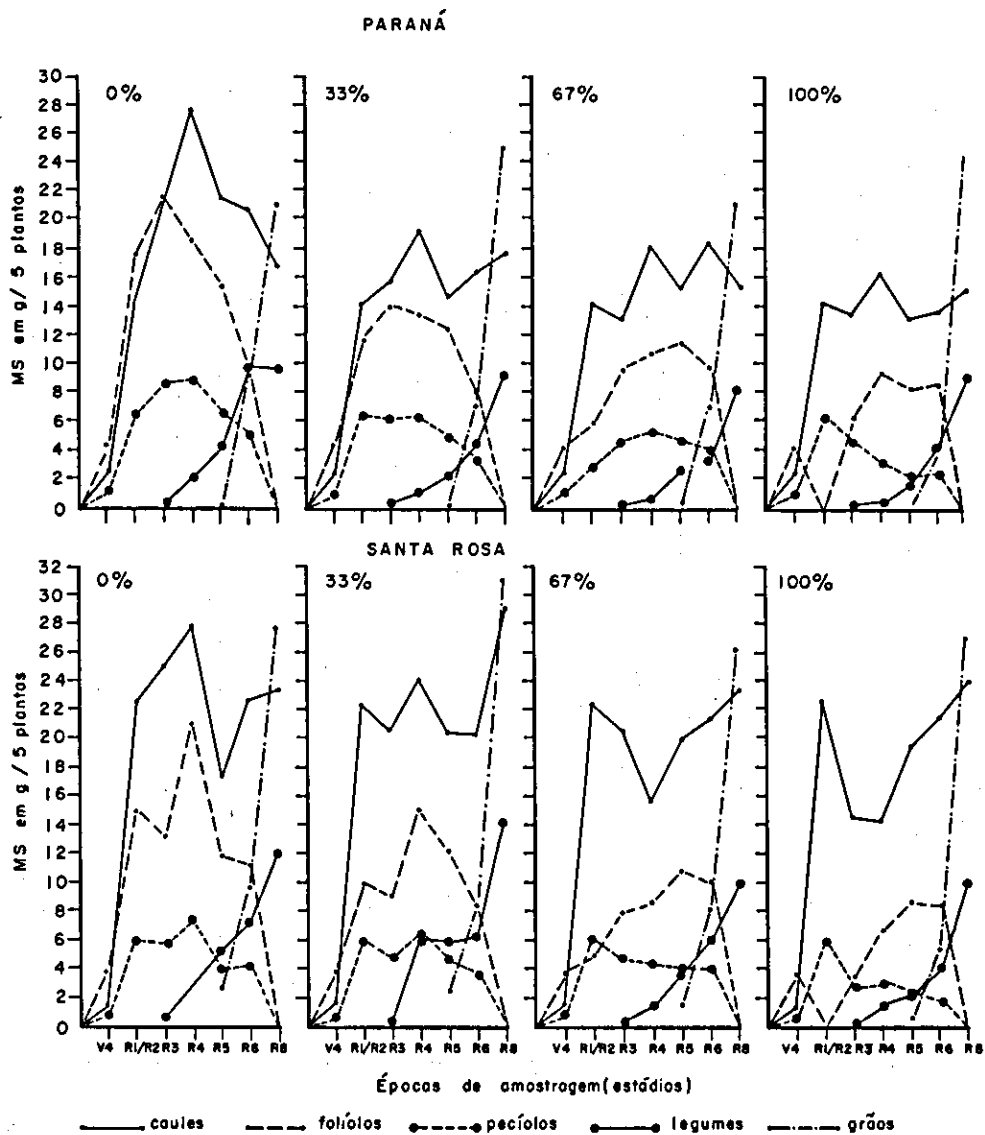


FIG. 2. Acúmulo de MS em duas cultivares de soja, submetidas a quatro níveis de desfolhamento no estágio R1/R2, EEA, UFRGS, Guaíba, 1978/79.

provavelmente foi gerada pela recuperação gradual e lenta da superfície foliar, retardando a senescência.

Os pecíolos não mostraram a mesma tendência, podendo-se deduzir que essas estruturas passaram a contribuir com os produtos assimilados, inicialmente, pela competição com os legumes (R2-R3) e, posteriormente, com os grãos (R4-R5). Estes re-

sultados concordam com os dados de Bataglia et al. (1976 e 1977) e Pacova et al. (1977), segundo os quais a perda de MS pelas partes vegetativas das plantas se dá, não só pela queda de folhas, mas, também, pela translocação de MS para os legumes e grãos, na fase de rápido acúmulo de MS nos grãos.

No final do ciclo (R8), o maior acúmulo de MS total, principalmente para 33% de desfolha-

mento, foi proporcionado pelo maior acúmulo no caule e grãos (Fig. 2), nas duas cultivares.

As plantas desfolhadas em 67 e 100% mostraram que o acúmulo de MS nos folíolos se prolonga até épocas mais tardias em comparação com os outros dois níveis, talvez pela necessidade de maior área foliar para suprimento de assimilados às estruturas reprodutivas em formação. Verificou-se

que das estruturas vegetativas, os pecíolos foi a que menos acumulou MS.

Aplicação dos desfolhamentos no estádio R3

A Fig. 3 mostra que, na cultivar Paraná, a MS de folíolos aumentou até R4 nos desfolhamentos de 33 e 67%. No desfolhamento total, o acúmulo de MS se estendeu até R6. A 'Santa Rosa', nos dois primeiros níveis citados, acumulou até R5, quan-

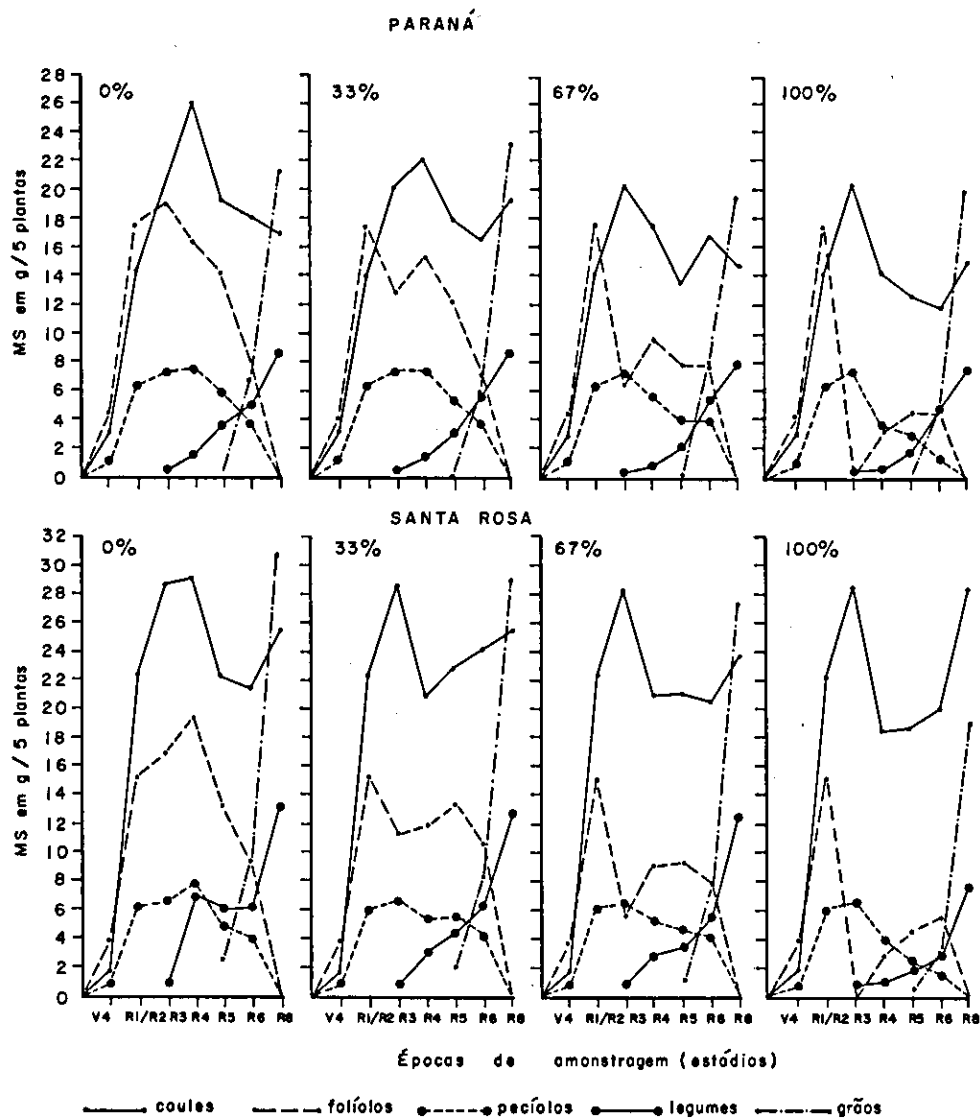


FIG. 3. Acúmulo de MS em duas cultivares de soja, submetidas a quatro níveis de desfolhamento no estádio R3, EEA, UFRGS, Guaíba, 1978/79.

do começou novamente a declinar, pela senescência e pela translocação de assimilados para os grãos.

Os caules da cultivar tardia perderam MS até o estádio R4, provavelmente pela translocação de reservas para a formação das novas folhas e legumes. A partir desse estádio, continuaram a acumular MS de uma forma crescente até o final do ciclo. Na cultivar precoce, com exceção de 67% de desfolhamento, os caules só recuperaram parte da MS perdida, entre R6-R8.

Os desfolhamentos nesse estádio mostraram pequena influência na MS de grãos da 'Paraná'. Na cultivar Santa Rosa, à medida que os níveis de desfolhamento aumentaram, decresceu a MS desse componente.

A competição entre as partes vegetativas e reprodutivas foram prejudiciais pelo desvio contínuo de reservas e assimilados às estruturas vegetativas, em detrimento das reprodutivas.

Verificou-se maior suscetibilidade da cultivar tardia aos desfolhamentos nesse estádio.

Aplicação dos desfolhamentos no estádio R4

Neste estádio (Fig. 4), as plantas recuperaram parte de MS de folíolos, principalmente nos desfolhamentos mais severos (67 e 100%). Observaram-se evidências no sentido de diminuição da MS de grãos pelo aumento dos níveis de desfolhamento em ambas as cultivares, influenciado pela competição entre as estruturas vegetativas, em formação (recuperação) e reprodutivas em desenvolvimento, simultaneamente. Este fato indica que as plantas, nesse período, necessitam de uma área foliar mínima para manter a demanda de produtos da fotossíntese requerida pelas estruturas reprodutivas. Abaixo desse mínimo, há grandes perdas na MS final acumulada, por motivo de as reservas previamente armazenadas serem insuficientes para suprir a demanda.

As tendências observadas mostram que as folhas se tornaram importantes no fornecimento de carboidratos a partir dessa época, pois tanto os caules como os pecíolos não foram capazes de suprir a demanda, principalmente, dos legumes e grãos em desenvolvimento, nas plantas desfolhadas.

Com o aumento na intensidade do desfolhamento, legumes passaram a dar uma maior contribuição para o desenvolvimento de grãos. Pode-se

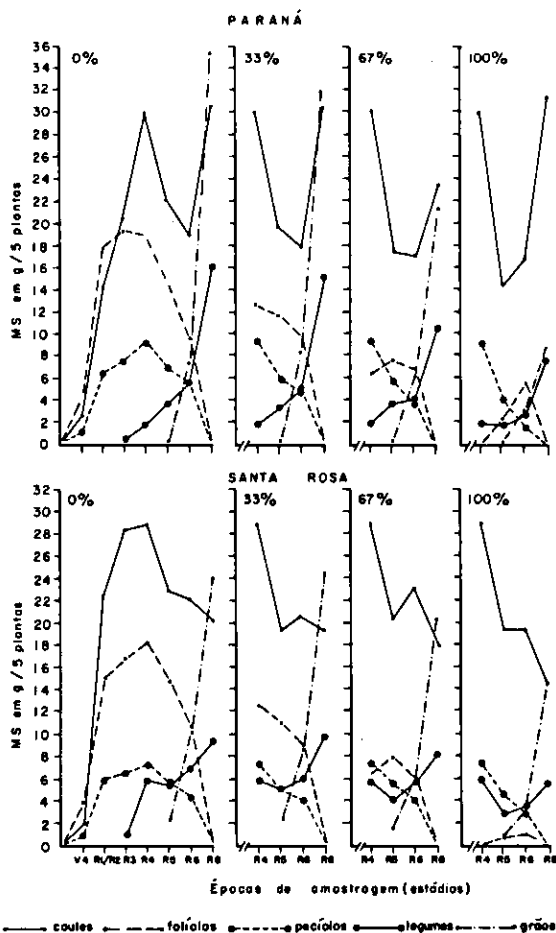


FIG. 4. Acúmulo de MS em duas cultivares de soja, submetidas a quatro níveis de desfolhamento no estádio R4, EEA, UFRGS, Guaíba, 1978/79.

inferir que as plantas necessitavam investir na formação das novas folhas para manter o crescimento das estruturas reprodutivas, sem as quais, provavelmente, acumulariam menores quantidades de MS nos grãos, em função de insuficiente quantidade de reservas. Nesse estádio, ficou claro que os efeitos prejudiciais dos desfolhamentos aumentaram com a elevação dos níveis, sem exceção, nas duas cultivares.

Resultados de Weber (1955) mostram que a aplicação dos desfolhamentos, nos estádios iniciais de desenvolvimento, proporcionava às plantas maior capacidade de recuperação e os de Weber & Caldwell (1966), que a capacidade de recupera-

ção decrescia à medida que se aproximava o final do ciclo.

Aplicação dos desfolhamentos no estágio R5

Esse estágio mostrou semelhança ao caso anteriormente analisado (Fig. 5), apenas com duas situações diferentes. Na primeira delas, as plantas mostraram capacidade de recuperação da MS de folíolos muito pequena; no desfolhamento total permaneceu próximo de zero. Na segunda, proporcionalmente, os valores de MS de grãos foram inferiores para a cultivar Santa Rosa, mostrando ser o estágio mais crítico a essa cultivar.

O maior acúmulo de MS total na cultivar preco-

ce se deu nas plantas desfolhadas em 33%. Isso provavelmente foi devido às menores perdas de MS de caule e pecíolos a partir de R5 e maiores acúmulos de MS nos grãos e legumes a partir dessa mesma época.

A cultivar Paraná, no final do ciclo, mostrou maior acúmulo de MS total em relação à segunda cultivar, a qual, mesmo sob influência do desfolhamento total, foi superior à testemunha da cultivar Santa Rosa, o que, novamente, comprova a menor suscetibilidade da cultivar precoce.

Verificou-se que o acúmulo de MS diminuía à medida que o nível de desfolhamento aumentava e que o nível total mostrou influência altamente negativa sobre a MS de grãos. Isso pode ser explicado pela alta exigência de produtos da fotossíntese e nutrientes pelas plantas na época de enchimento de grãos. Dessa forma, na falta de uma das fontes (folhas), a demanda fica prejudicada pela quantidade insuficiente de produtos assimilados e armazenados, para suprimento de grãos. Estes resultados concordam com os seguintes estudos: 1. De Henderson & Kamprath (1970) e Hanway & Weber (1971), demonstrando que as partes vegetativas da planta de soja serviam como reservas de nutrientes e carboidratos durante o crescimento vegetativo e que estas reservas eram translocadas para os grãos durante o período de enchimento; 2. De Mascarenhas (1973), citando que o decréscimo no acúmulo de MS dos 80 aos 100 dias era consequência da translocação de MS aos legumes e grãos; 3. De Enyi (1975), segundo o qual, desfolhamentos provocavam reduções no peso seco de caule, legumes e grãos e os efeitos eram mais pronunciados em 100% de desfolhamento que em 50%. Quando efetuado no início de enchimento de grãos, prejudicava mais o peso seco de legumes e grãos.

Aplicação dos desfolhamentos no estágio R6

Nesta última época de desfolhamento, as duas cultivares se igualaram no comportamento, em relação ao acúmulo de MS de folíolos e pecíolos (Fig. 6). As plantas em final de ciclo não mostraram recuperação nesses componentes. A cultivar Paraná continuou a acumular MS no caule em todos os tratamentos igualmente, a partir da aplicação dos desfolhamentos. Na cultivar Santa Rosa, ocorreu o inverso; em todos os tratamentos, as plantas continuaram a perder MS acumulada até R4, deste

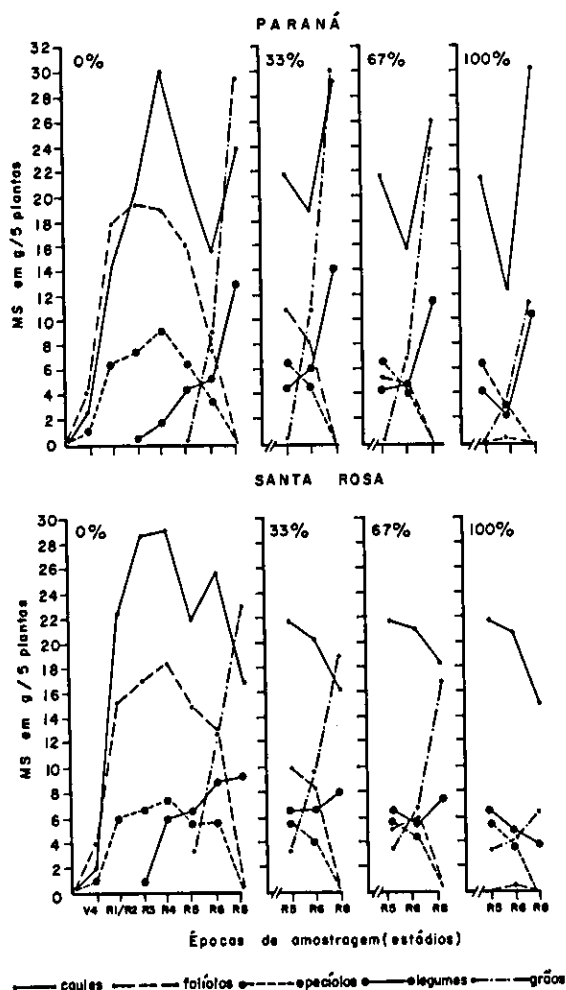


FIG. 5. Acúmulo de MS em duas cultivares de soja, submetidas a quatro níveis de desfolhamento no estágio R5, EEA, UFRGS, Guaíba, 1978/79.

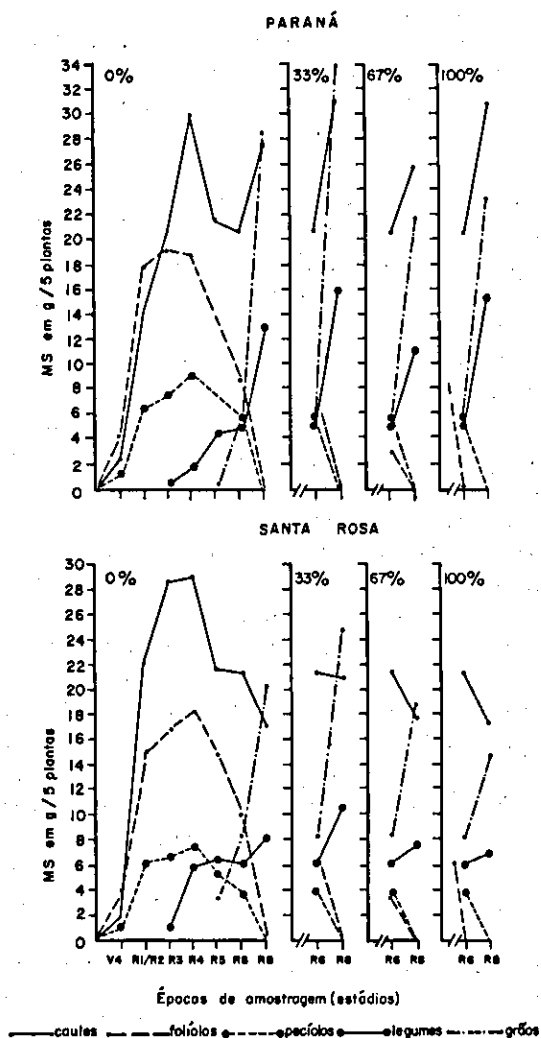


FIG. 6. Acúmulo de MS em duas cultivares de soja, submetidas a quatro níveis de desfolhamento no estágio R6, EEA, UFRGS, Guaíba, 1978/79.

estádio ao final do ciclo. Provavelmente, os desfolhamentos não proporcionaram alterações nessas três partes da planta, uma vez que o comportamento das plantas desfolhadas foram iguais ao das testemunhas; no entanto, a diferença entre cultivares é função de suas diferenças genotípicas.

O comportamento das plantas desfolhadas em 33%, foram similares nas duas cultivares, mostrando aumento no acúmulo de MS de grãos e legumes, em relação a outros tratamentos. As demais situa-

ções parecem ser normais nas duas cultivares, com exceção do nível total de desfolhamento na cultivar Paraná em relação à MS de legumes, a qual foi superior à da testemunha, apesar da menor quantidade de MS acumulada nos grãos. Esse fato indica a existência de maior número de legumes vazios. Os maiores acúmulos de MS total observaram-se, novamente, na cultivar Paraná, na qual o menor valor encontrado no final do ciclo, no nível de 67% de desfolhamento, foi superior ao valor máximo acumulado na cultivar Santa Rosa, no nível de 33% de desfolhamento. No estágio R8, a MS total foi maior para o nível de 33% de desfolhamento, em ambas as cultivares, em função do maior acúmulo de MS nos legumes, grãos e caule. Estes resultados concordam com afirmativa de Sanders et al. (1977) e Egli (1975), segundo os quais, o desenvolvimento das plantas não depende somente da habilidade de fotossintetizarem, mas, também, da habilidade de translocarem e utilizarem os produtos da fotossíntese eficientemente. Por outro lado, Turnipseed (1972) cita que as perdas foliares de 33 a 67% eram compensadas pela penetração de luz às camadas inferiores, aumentando a produção de assimilados.

CONCLUSÕES

1. Os desfolhamentos no estágio V4 alteraram a época de translocação de assimilados às estruturas reprodutivas e vegetativas em desenvolvimento.
2. Os desfolhamentos de 67 e 100% no estágio R1/R2 proporcionaram a manutenção da MS de folíolos em ambas as cultivares até épocas mais tardias, gerada pela recuperação gradual e lenta da superfície foliar, retardando a senescência.
3. No estágio R3, a competição entre as estruturas vegetativas e reprodutivas foram prejudiciais ao acúmulo de MS de grãos, principalmente da cultivar tardia.
4. Nos desfolhamentos em R4 e R5, os legumes, à medida que a intensidade dos desfolhamentos aumentavam, passaram a contribuir com suas reservas em maiores quantidades para o desenvolvimento de grãos.
5. Os desfolhamentos em R5 sugerem que, na falta de uma das fontes, a demanda fica prejudica-

da pela insuficiente quantidade de produtos assimilados e também armazenados, para suprimento dos grãos.

6. Os desfolhamentos em R6 mostraram que as plantas translocaram o máximo de suas reservas para os grãos entre R4-R5, e que o ganho de MS nos grãos entre R5-R8 foi maior que a quantidade de MS de folíolos nesse período.

REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F. & TISSELI FILHO, O. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes pela soja (*Glycine max* (L.) Merrill) variedade Santa Rosa. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Departamento de Informação e Documentação, Brasília, DF. Soja; Resumos Informativos. Brasília, 1977. v.1, p.175-6.
- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F. & TISSELI FILHO, O. Acúmulo de matéria seca e nutrientes, em soja, cultivar Santa Rosa. *Bragantia*, Campinas, 35:237-47, 1976.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. p.23, 163-5. (Boletim Técnico, 30).
- EGLI, D.B. Rate of accumulation of dry weight in seed of soybeans and its relationship to yield. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, 55:215-9, 1975.
- ENYI, B.A.C. Effects of defoliation on growth and yield in groundnut (*Arachis hypogea*), cowpeas (*Vigna unguiculata*), soybean (*Glycine max*) and grem gram (*Vigna aurens*). *Ann. Appl. Biol.*, Cambridge, 79: 55-66, 1975.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).
- GIBSON, R.M.; LOVVORN, R.L. & SMITH, B.W. Response of soybeans to experimental defoliation. *J. Am. Soc. Agron.*, New York, 35:768-78, 1943.
- HANWAY, J.J. & THOMPSON, H.E. How a soybean plant develops. Ames, Iowa Station University Cooperative Extension Service, 1971. 17p. (Special Report, 53 rev.).
- HANWAY, J.J. & WEBER, C.R. Dry matter accumulation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants as influenced by N, P and K fertilization. *Agron. J.*, Madison, 63:263-6, 1971.
- HENDERSON, J.B. & KAMPRATH, E.J. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. Raleigh, North Carolina Experimental Station, 1970. 27p. (Technical Bulletin, 197).
- MASCARENHAS, H.A.A. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos, durante o ciclo vegetativo da soja. São Paulo, Instituto Agrônomo, 1973. 48p. (Boletim Técnico, 6).
- PACOVA, B.E.V.; SILVA, P.R.F. da & FLECK, N.G. Acúmulo de matéria seca nas sementes de três cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), testadas em duas épocas de semeadura. *Agron. Sulriogr. Porto Alegre*, 14(1):61-8, 1977.
- SANDERS, T.H.; ASHLEY, D.A. & BROWN, R.H. Effects of partial defoliation on petiole phloem area, photosynthesis and ¹⁴C translocation in developing soybean leaves. *Crop Sci.*, Madison, 17:548-50, 1977.
- STREETER, J.G. & JEFFERS, D.L. Distribution of total non-structural carbohydrates in soybean plants having increased reproductive load. *Crop Sci.*, Madison, 19:729-34, 1979.
- TURNIPSEED, J.G. Response of soybeans to foliage losses in South Carolina. *J. Econ. Entomol.*, Baltimore, 65:224-9, 1972.
- WEBER, C.R. Effects of defoliation and topping simulating hail injury to soybeans. *Agron. J.*, Madison, 47:262-6, 1955.
- WEBER, C.R. & CALDWELL, B.E. Effects of defoliation and stem bruising on soybeans. *Crop Sci.*, Madison, 6:26-8, 1966.