

Desenvolvimento foliar das culturas da soja e do feijão e de plantas daninhas

Leaf development of soybean and bean crops and weeds

Sérgio de Oliveira Procópio¹ José Barbosa do Santos² Antônio Alberto da Silva³
Luiz Claudio Costa⁴

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, comparar a taxa de emissão e expansão das folhas, duração da área foliar (DAF) e o coeficiente de extinção (k) para as culturas da soja e do feijão e para as espécies de plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* sensível e *Euphorbia heterophylla* resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS, *Bidens pilosa* e *Desmodium tortuosum*. O experimento foi desenvolvido a campo, em um Argissolo Vermelho-Amarelo, no período de outubro de 2000 a março de 2001. Cada espécie vegetal constou de um tratamento. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As medições da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foram realizadas em dois pontos dos dosséis: acima e abaixo, por meio de um light ceptometer. A taxa de emissão e de expansão foliar foi calculada ao final do ciclo das culturas. A duração da área foliar e o coeficiente de extinção foram calculados antes e após o florescimento. Não se observaram diferenças no desenvolvimento dos biótipos de *E. heterophylla* quanto à taxa de aparição de folhas, taxa de expansão foliar, DAF ou k . Entre as culturas, o feijão apresentou menor taxa de emissão foliar (0,591 por dia) comparado à soja (0,933 por dia). Dentre as plantas daninhas, *D. tortuosum* apresentou a maior taxa de emissão foliar (0,699 por dia). A taxa de expansão foliar observada pela soja foi superior a todas as demais espécies avaliadas (6,77 cm².dia⁻¹). Todas as espécies apresentaram maior valor para DAF após o florescimento, em comparação com a fase vegetativa. A soja apresentou maior valor de k (antes e após o florescimento 0,52 e 0,93, respectivamente)

frente às demais espécies, demonstrando maior potencial de interceptação da radiação solar.

Palavras-chave: coeficiente de extinção, duração da área foliar, *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the emission rate and expansion of the leaves, duration of the leaf area (DLA) and the extinction coefficient (k) for the crops soybean and of the bean, and for the weeds *Euphorbia heterophylla* sensitive and *Euphorbia heterophylla* resistant to the herbicides inhibiting of the ALS enzyme, *Bidens pilosa* and *Desmodium tortuosum*. The experiment was developed in the field, in soil classified as Red-Yellow Claysoil, in the period of october of 2000 to march of 2001. Each plantspecies consisted of a treatment. The treatments were arranged in a randomized complete block design with four replications. The mensurations of the photosynthetically active radiation (PAR) were accomplished in two points of the plants: above and bellow the canopy, by means of a light ceptometer. The emission rate and the expansion of leaves was calculated at the end of the cycle of the crops. The DLA and k were calculated before and after the plant flowering. It was not observed differences in the development of the biotypes of *E. heterophylla* with relation to the rate of appearance of leaves, expansion rate, DLA or k . Among the cultures, the bean presented smaller leaf emission rate (0.591 / day) compared to the soybean (0.933 / day). Among the weeds, the largest leaf emission rate was with *D.*

¹Doutorando, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), 36571-000, Viçosa, MG. E-mail: procopio@alunos.ufv.br. Autor para correspondência.

²Mestrando, Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa, MG. E-mail: jbarbosa2000@yahoo.com.br

³Professor Departamento de Fitotecnia, UFV, Viçosa, MG. E-mail: aasilva@mail.ufv.br

⁴Professor Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG. E-mail: l.costa@mail.ufv.br

tortuosum (0.699 / day). The leaf expansion rate observed by the soybean was superior to all the other species (6.77 cm².dia⁻¹). All plant species presented larger value for DLA after the flowering compared before flowering. The soybean presented larger value of k (before and after the flowering 0.52 and 0.93, respectively) compared to the other species, demonstrating high potential of interception of solar radiation.

Key word: Extinction coefficient, duration of the leaf area, *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris*.

INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas agrícolas, as culturas e as plantas daninhas desenvolvem-se juntas na mesma área competindo, na maioria das vezes, pelos mesmos recursos: água, luz, e nutrientes. Para SILVA et al. (2001), se a cultura estabelecer-se primeiro, em função da espécie cultivada, do seu vigor, da velocidade de crescimento inicial e da densidade de plantio, ela poderá cobrir rapidamente o solo, podendo impedir ou inibir o crescimento das plantas daninhas. BLACKMAN (1919) descreveu os primeiros estudos quantitativos do crescimento de plantas, que foram baseados em relações entre recursos da captura e produção da matéria seca. Diferentes conceitos, como taxa de emissão foliar e taxa de expansão foliar, têm sido desenvolvidos e vêm sendo utilizados ao longo dos anos, para analisar as variações no crescimento das plantas. O uso de tais relações tem prestado grande contribuição para o entendimento dos fatores que afetam o crescimento e a competição entre as plantas (HUNT, 1982). MONSI & SAEKI (1953) descreveram a forma como a radiação solar penetra em um dossel. Para isso, propuseram um modelo de iluminação do dossel onde a quantidade de luz num determinado nível diminui exponencialmente com os aumentos do índice de área foliar (IAF) através de um coeficiente de extinção (k). Estudos do coeficiente de extinção (k), que está ligado ao ângulo de inclinação das folhas, disposição das folhas no caule, juntamente com o IAF, fornecem indicações sobre a eficiência das plantas em interceptar a radiação (COSTA et al. 1997). Segundo SAEKI (1960), os valores médios do coeficiente de extinção estão entre 0,3 e 0,5 para o dossel de folhas eretas e entre 0,7 e 1 para o dossel de folhas horizontais. Para BROUGHAM (1956), quando a área total das folhas for igual à área do solo, a transmissividade média seria maior para folhas eretas do que para plantas com folhas horizontais.

O objetivo do trabalho foi comparar o desenvolvimento do dossel das culturas da soja e do feijão e das espécies de plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* sensível e *Euphorbia heterophylla*

resistente aos herbicidas inibidores da enzima ALS, *Bidens pilosa* e *Desmodium tortuosum*, buscando avaliar a capacidade destas plantas em interceptar a radiação solar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados a campo, em área experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, fase terraço.

Os tratamentos foram compostos pelas espécies vegetais: soja (cultivar UFV-19), feijão (cultivar Pérola) e as espécies de plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* (resistente a inibidores de ALS), *Euphorbia heterophylla* (sensível a inibidores de ALS), *Bidens pilosa* e *Desmodium tortuosum*. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental constou de 10 m de largura por 10 m de comprimento, contendo 16 fileiras da espécie vegetal avaliada.

O sistema de preparo do solo adotado na área experimental foi o convencional, com uma aração e duas gradagens. A calagem e adubação de plantio foram realizadas de maneira uniforme em toda área experimental, conforme análise do solo, levando em consideração as necessidades da cultura do feijão. A semeadura foi totalmente manual. Após emergência das plantas, quando estas apresentavam em média 10 cm de altura, realizou-se desbaste para a obtenção de cinco plantas por metro em todos os tratamentos.

As medições da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foram realizadas, quinzenalmente, em dois pontos dos dosséis: acima e abaixo, por meio de um light ceptometer (Delta T. Devices) colocado perpendicular às linhas de plantio. Quinzenalmente, também, três plantas foram colhidas ao acaso por parcela, para a determinação do número folhas por planta e da área foliar (A_f) por meio de um medidor eletrônico de área foliar. Independente do intervalo de amostragens e coleta dos dados primários (quinzenal), poucos dias antes do início do florescimento e poucos dias antes da maturação fisiológica das sementes foi realizada uma amostragem e coleta dos dados em todas as parcelas. Foi considerado o início do florescimento quando, em torno, de 50% das plantas apresentavam pelo menos uma flor aberta.

A taxa de emissão foliar foi calculada dividindo-se o número de folhas de cada planta pelo número de dias após a emergência até o dia da última emissão foliar. Para as espécies feijão, soja e *D. tortuosum* foi considerado número de folíolos

emergidos e para *B. pilosa* e os biótipos de *E. heterophylla* consideraram-se as folhas. Mediu-se a taxa de expansão foliar através da relação entre área foliar (cm²) por planta e número de dias após a emergência até o final do período de enchimento de grãos.

A duração da área foliar (DAF) foi determinada pela equação:

$$DAF = (IAF_1 + IAF_2) \cdot (t_2 - t_1) / 2$$

onde

IAF₁ e IAF₂ = índice de área foliar mínimo e máximo, respectivamente, para cada fase, antes e após o florescimento;

t₁ e t₂ = tempo, em dias, em que o IAF se encontrava no seu mínimo e no seu máximo, respectivamente, para cada fase.

O coeficiente de extinção (k) foi calculado através da fórmula:

$$k = - \ln T / \ln s \cdot IAF$$

em que:

T e s = fluxos de radiação fotossinteticamente ativa abaixo e acima do dossel vegetativo, respectivamente (MJ.m⁻².s⁻¹)

IAF = índice de área foliar = área das folhas (cm²) / área do solo (cm²).

Foram avaliadas as pressuposições normalidade e homogeneidade das variáveis para a análise de variância, através dos testes de Lilliefors e Cochran, respectivamente, sendo os cálculos baseados nos erros. Todas as variáveis que atenderam às exigências foram submetidas à análise de variância. Após a realização do teste de F, a comparação dos tratamentos foi feita por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, em relação, à taxa de emissão foliar que a soja emitiu, em média, 0,933 folíolos por dia durante todo o ciclo. Resultados que estão de acordo com o encontrado por CONFALONE (1998), que constatou para soja valores de taxa de aparição de trifolios que variaram de 0,18 a 0,33 por dia. Para o feijão, essa taxa foi de 0,591. Nas espécies daninhas, foi observado que *D. tortuosum* formou 0,699 folíolos por dia durante seu ciclo de vida, valor esse superior em relação aos biótipos de *E. heterophylla* resistentes e sensíveis aos herbicidas inibidores de ALS e a *B. pilosa*, que emitiram, respectivamente, 0,591; 0,470 e 0,509 folhas por dia (Tabela 1).

Ao se observar a taxa de expansão foliar, nota-se a superioridade da soja em cobrir o solo, visto que esta cultura apresentou expansão diária média de seus folíolos de 6,77 cm² por planta, sendo este valor mais do que o dobro do valor encontrado por cada planta de feijão (2,91 cm².dia⁻¹). CONFALONE (1998) encontrou para soja valores de taxa de expansão foliar variando de 4,71 a 8,40 cm².dia⁻¹, mediante diferentes condições hídricas, sendo que os maiores valores foram observados nos tratamentos com suplementação ideal de irrigação. Dentre as espécies daninhas, *B. pilosa* foi que apresentou a menor taxa de expansão de suas folhas (1,12 cm². dia⁻¹), entretanto não variando em relação às demais plantas daninhas. Esta taxa é um indicativo de que estas espécies de plantas daninhas não foram eficientes em sombrear o solo rapidamente, ou seja, não seriam boas competidoras em relação ao recurso essencial luz, frente às culturas, principalmente à soja. Os biótipos de *E. heterophylla* não variaram entre si para taxa de expansão foliar durante o ciclo, sendo que o biótipo resistente apresentou 1,31 cm². dia⁻¹ e o biótipo sensível 1,30 cm². dia⁻¹ por planta (Tabela 1).

A duração da área foliar (DAF), que é indicadora da persistência da superfície assimilatória de uma planta, foi calculada antes e após o florescimento. Para comparações realizadas entre as fases do ciclo da cultura (antes e após o florescimento), foi observado que as espécies apresentaram maior DAF após o florescimento. Somente *D. tortuosum* manteve seus valores de DAF semelhantes estatisticamente antes e após o florescimento (Tabela 2). Entre as espécies observa-se, antes do florescimento, que a soja

Tabela 1 – Duração total do ciclo (dias), taxa de emissão foliar (folhas. dia⁻¹) e taxa de expansão foliar (cm². dia⁻¹) por planta, das culturas da soja e do feijão e de plantas daninhas, Viçosa-MG, 2001

Espécies	Duração do ciclo (dias)	Taxa de emissão foliar (folhas. dia ⁻¹)	Taxa de expansão foliar (cm ² . dia ⁻¹)
Feijão	85	0,591 ¹ c	2,91 b
Soja	133	0,933 ¹ a	6,77 a
<i>Euphorbia heterophylla</i> (resistente) ²	107	0,591 c	1,31 c
<i>Euphorbia heterophylla</i> (sensível) ²	107	0,470 c	1,30 c
<i>Bidens pilosa</i>	118	0,509 c	1,12 c
<i>Desmodium tortuosum</i>	137	0,699 ¹ b	1,67 bc

¹Folíolos por planta. ²Biótipos sensíveis e resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ALS. Médias não seguidas de letras iguais diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2 – Duração da área foliar (DAF), em dias, antes e após o florescimento para as culturas da soja e do feijão e para algumas plantas daninhas, Viçosa-MG, 2001

Espécies	Duração da área foliar (DAF)	
	Antes do florescimento	Após o florescimento
Feijão	2,28 Bb	19,95 Ab
Soja	20,53 Ba	93,70 Aa
<i>Euphorbia heterophylla</i> (resistente) ¹	1,70 Bb	15,99 Ab
<i>Euphorbia heterophylla</i> (sensível) ¹	1,37 Bb	17,82 Ab
<i>Bidens pilosa</i>	3,08 Bb	14,79 Ab
<i>Desmodium tortuosum</i>	17,08 Aa	13,06 Ab

¹Biótipos sensíveis e resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ALS. Médias não seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

e *D. tortuosum* apresentaram os maiores valores para DAF, 20,53 e 17,08 dias, respectivamente. *B. pilosa* e feijão apresentaram valores para DAF de 3,08 e 2,28 dias, respectivamente, no entanto, estes resultados não diferiram significativamente das plantas de *E. heterophylla* que apresentaram valores de DAF de 1,70 e 1,37 dias, respectivamente para os biótipos resistente e sensível (Tabela 2).

Quando se avaliou somente a fase do ciclo das plantas após o florescimento observou-se que a soja obteve valor de DAF significativamente maior do que todas as demais espécies (93,70 dias), sendo este valor aproximadamente cinco vezes superior ao do feijão, que apresentou a segunda maior média (19,95 dias) (Tabela 2). Dentre as espécies de plantas daninhas as médias de DAF não diferiram estatisticamente, sendo de 15,99 e 17,82 dias para os biótipos de *E. heterophylla* resistentes e sensíveis, respectivamente, 14,79 dias para *B. pilosa* e 13,06 dias para *D. tortuosum* (Tabela 2).

Segundo COSTA et al. (1997), o coeficiente de extinção (k) revela informações mais completas do que somente o índice de área foliar (IAF), pois, além de incluir este índice, está ligado ao ângulo de inclinação das folhas, disposição das folhas no caule e distância entre as camadas das folhas no caule, indicando melhor a eficiência das plantas em interceptar a radiação. DINGKUHN et al. (1999) encontrou correlação positiva entre os valores de k de plantas de arroz com a sua competitividade com as plantas daninhas, aos 31 dias após o plantio.

Para todas as espécies avaliadas, o valor de k foi maior após o florescimento. En-

tre as espécies, antes do florescimento, foi observado maior valor de k para a soja (0,52). As demais plantas não apresentaram diferença estatística entre os valores nesta fase (Tabela 3).

Após o florescimento, nota-se maior discrepância entre as espécies quanto aos valores de k, todavia a soja continua apresentando o maior coeficiente de extinção (0,93) (Tabela 3). Estes resultados são confirmados por AZAM-ALI et al. (1994) que, trabalhando com distintas variedades de soja, encontraram valores de k variando entre 0,45 e 0,96. Resultado semelhante também foi observado por CONFALONE (1998) que encontrou valores de k para a soja de 0,80; 0,75; 0,90 e 0,82 para os períodos vegetativo, de florescimento, de enchimento de grãos e para o ciclo completo, respectivamente. Analisando estes dados, contata-se que o controle cultural, se bem manejado, apresenta-se com grande potencial no manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja, principalmente no referente ao recurso luz, e se houver predomínio na área de plantas daninhas latifoliadas. Fatores como o espaçamento e a densidade de plantas, a profundidade de plantio e a arquitetura do cultivar podem ser importantes ferramentas no manejo das plantas daninhas, pois a soja (cultivar UFV-19) apresentou grande capacidade de interceptação de radiação e sombreamento de plantas adversárias. COSTA et al. (1999) constataram que a cultura da soja (Cultivar UFV-16) na densidade de 22 plantas por m², interceptou aos 47 dias após a emergência 90% da RFA incidente na área.

Novamente os biótipos de *E. heterophylla* não variaram entre si apresentando valor médio de k de

Tabela 3. Coeficiente de extinção (k) encontrado pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas, antes e após o florescimento, Viçosa-MG, 2001

Espécies	Valores do coeficiente de extinção (k)	
	Antes do florescimento	Após o florescimento
Feijão	0,31 Bb	0,59 Abc
Soja	0,52 Ba	0,93 Aa
<i>Euphorbia heterophylla</i> (resistente) ¹	0,23 Bb	0,59 Abc
<i>Euphorbia heterophylla</i> (sensível) ¹	0,16 Bb	0,47 Ac
<i>Bidens pilosa</i>	0,24 Bb	0,51 Abc
<i>Desmodium tortuosum</i>	0,23 Bb	0,70 Ab

¹Biótipos sensíveis e resistentes aos herbicidas inibidores da enzima ALS. Médias não seguidas de letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

0,59 para o biótipo resistente e 0,47 para o biótipo sensível nessa fase do ciclo (Tabela 3), o que demonstra que a característica de resistência aos herbicidas inibidores da enzima ALS adquirida não confere a este biótipo nenhuma vantagem em relação à captação da radiação incidente. *B. pilosa* e *D. tortuosum* apresentaram valores para k de 0,51 e 0,70 respectivamente. Os valores de k para o feijão, em ambas as fases do ciclo, não diferiram em relação às plantas daninhas, com exceção do valor de k observado para *E. heterophylla* (sensível) após o florescimento.

CONCLUSÕES

A soja foi a espécie que mais emitiu folíolos durante seu ciclo. Entre as espécies de plantas daninhas avaliadas, *Desmodium tortuosum* apresentou a maior taxa de emissão foliar (folíolos).

A taxa de expansão foliar observada nas plantas de soja foi superior a todas as demais espécies avaliadas. Não houve diferença entre as plantas daninhas em relação à velocidade de expansão de suas folhas.

À exceção de *Desmodium tortuosum*, que manteve valor semelhante, as espécies avaliadas apresentaram maior duração da área foliar (DAF) após o florescimento.

A soja foi a planta que manteve seu dossel em crescimento por mais tempo durante seu ciclo. *Desmodium tortuosum* apresentou maior duração da área foliar em relação às demais plantas daninhas antes do florescimento.

A soja foi a espécie que apresentou maior potencial de interceptação de radiação solar, conferido pelo alto valor observado do coeficiente de extinção (k).

Não se observaram diferenças no desenvolvimento dos biótipos de *Euphorbia heterophylla* quanto à taxa de aparição de folhas, taxa de expansão foliar, duração da área foliar e coeficiente de extinção.

AGRADECIMENTOS

À empresa Syngenta e ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZAM-ALI, S.N.; CROUT, N.M.J.; BRADLEY, R.G. Perspectives in modeling resource capture by crops. In: MONTEITH, J.L.; SCOTT, R.K.; UNSWORTH, M.H. (Eds). **Resource capture by crops**. Nottingham : Nottingham University, 1994. p.125-148.
- BLACKMAN, V.H. The compound interest law and plant growth. **Annals of Botany**, London, v.33, p.353-360, 1919.
- BROUGHAM, R.W. The relationship between the critical leaf area, total chlorophyll content, and maximum growth rate of some pasture and crop plants. **Annals of Botany**, London, v.24, p.463-473, 1956.
- CONFALONE, A.E. **Captura e utilização da radiação na cultura da soja (*Glicine max* (L) Merrill) com e sem irrigação em diferentes estádios de desenvolvimento**. 1998. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.
- COSTA, L.C.; CONFALONE, A.; PEREIRA, C.R. Effect of water stress on the efficiency of capture of water and radiation by soyabean. **Tropical Science**, v.39, p.91-97, 1999.
- COSTA, L.C.; MORRISON, J.; DENNETT, M. Effects of the weather on growth and radiation intercepted by faba bean. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.277-281, 1997.
- DINGKUNH, M. et al. Relationships between upland rice canopy characteristics and weed competitiveness. **Field Crops Research**, v.61, p.79-95, 1999.
- HUNT, R. **Plant growth curves**. The functional approach to plant growth analysis. New York : Edward Arnold, 1982. 248p.
- MONSI, M.; SAEKI, T. Uber den Lichfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung fur die Stoffproduktion. Japon. **Jardin Botanique**, London, v.14, p.22-52, 1953.
- SAEKI, T. Interrelationships between leaf amount, lighth distribution, and total photosynthesis in a plant community. **The Botanical Magazine**, London, v.73, p.55-63, 1960.
- SILVA, A.A. et al. **Controle de plantas daninhas**. Brasília, DF : ABEAS, 2001. 260p. (Módulo 3).