

INFLUÊNCIA DO DEFICIT HÍDRICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DA CULTURA DA SOJA NO BRASIL E ARGENTINA

Adriana Elisabet CONFALONE¹, Luiz Cláudio COSTA², Carlos Rodrigues PEREIRA³

RESUMO

Avaliou-se a influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e o rendimento da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], de diferentes hábitos de crescimento. Dois experimentos foram conduzidos durante a estação de plantio 1997/98. Um deles na Argentina, onde foi semeada uma variedade de crescimento indeterminado e outro no Brasil, onde foi semeada uma variedade de crescimento determinado. Na variedade indeterminada, o número de vagens por hectare foi o componente do rendimento mais afetado pelo déficit hídrico, mas isto não afetou o rendimento, uma vez que esta produziu maior número de sementes por vagem, com peso maior.

Na soja determinada, o rendimento foi afetado pelo estresse hídrico, que teve forte influência no número de vagens por hectare, componente do rendimento com maior influência sobre a produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: soja, estresse hídrico, componentes do rendimento

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, os estudos têm mostrado o efeito dos elementos climáticos sobre o crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura da soja (Boerma e Ashley, 1982; Korte et al., 1983; Sionit e Kramer, 1977; Confalone, 1997; Costa et al., 1999). Quanto ao efeito na produtividade, a precipitação destaca-se como o principal elemento climático, responsável pelas oscilações observadas entre localidades, ou em uma mesma localidade de ano para ano (Costa, 1988). A soja é uma leguminosa de grande importância econômica, cultivada sob condições ambientais muito variáveis e

¹ Professora de la Catedra de Agrometeorología. Universidad Nacional del Centro. Av. Giraut y 9 de Julio. CC: 178. 7300. Azul. Buenos Aires. Argentina. E-mail: aec@faa.unicen.edu.ar.

² Professor do Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Av. Ph Rolfs. s.n. 36571-000. Viçosa. Minas Gerais. Brasil. E-mail: l.costa@mail.ufv.br.

³ Estudante de Pós Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Av. Ph Rolfs. s.n. 36571-000. Viçosa. Minas Gerais. Brasil. E-mail: cdp@alunos.ufv.br.

predominantemente sem irrigação. Na maioria das vezes ela está sujeita a estresse hídrico, com maior ou menor intensidade, o que pode afetar seu crescimento e desenvolvimento (Muchow et al., 1993).

Aqueles intervalos de tempo sem a ocorrência de precipitação (veranicos) durante a estação de cultivo, podem afetar a produtividade de uma cultura. Períodos de veranico de até mesmo um só dia podem causar danos à cultura, dependendo de sua intensidade (Paleg e Aspinal, 1981).

Durante o déficit hídrico há menor translocação de fotoassimilados na planta de soja, devido à redução da fotossíntese nas folhas e à inibição do crescimento dos órgãos da planta (Sionit e Kramer, 1977).

O déficit hídrico inibe mais cedo e severamente a expansão celular do que a fotossíntese na planta de soja, provocando diminuições na área foliar (Hsiao, 1973).

A maior taxa de acúmulo de matéria seca vegetativa nos ramos da soja ocorre no período compreendido entre o início do florescimento e início do enchimento de grãos (Board e Settini, 1986).

Uma maior interceptação de luz, associada a condições nutricionais adequadas neste período, aumenta o número potencial de gemas reprodutivas (Board et al., 1990).

O abortamento de flores, óvulos e legumes, bem como a posterior redução no tamanho dos grãos em plantas de soja submetidas ao déficit hídrico, podem ser parcialmente atribuídos ao efeito deste sobre a fotossíntese, mais que à diminuição da concentração de reservas nos órgãos vegetativos (Boerma e Ashley, 1982; Korte et al., 1983). A sensibilidade da soja à deficiência de água, considerando o rendimento de grãos, tende a se incrementar na medida em que a cultura avança no seu ciclo, apresentando uma máxima sensibilidade durante o período reprodutivo (Ashley e Ethridge, 1978).

Dentre os componentes do rendimento, o número de vagens por metro quadrado é o mais afetado pela deficiência de água (Pandey et al., 1984), por outro lado o número de grãos por vagem e o peso de 1000 sementes são mais constantes, embora este último componente se apresente muito reduzido com déficits hídricos no final do ciclo reprodutivo (Gardner et al., 1984).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do déficit hídrico no início da fase reprodutiva (R1-R4) sobre o desenvolvimento e produtividade da soja de crescimento determinado e indeterminado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos durante o ano agrícola 1997/98. Um ensaio foi conduzido na estação Experimental da Faculdade de Agronomia - UNCPBA, BA, Argentina, (lat.: 36° 45' S, long.:

59° 50' W e alt. 132 m). A variedade de soja estudada foi a ASGROW 4656, de crescimento indeterminado, semeada a uma densidade de 29 plantas por metro quadrado, em 27 de novembro. No Brasil a variedade estudada foi a Capinópolis, em experimento conduzido na estação experimental Vila Chaves, no campus da Universidade Federal de Viçosa, MG (lat.: 20° 45' S, long.: 42° 51' W e alt. 651 m), e semeada a uma densidade de 20 plantas por metro quadrado, em 15 de dezembro. Na Argentina, o solo foi caracterizado como argiudol típico, segundo a Soil Taxonomy, e no Brasil como Podzólico Amarelo – vermelho Câmbico, fase terraço (Costa, 1973). O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas, dispostas em blocos casualizados, com quatro repetições na Argentina e três repetições no Brasil.

Os tratamentos utilizados na Argentina foram: a - Irrigado por todo o período (I_{AR}), b – Não Irrigado na fase de florescimento (ou entre R1 e R4, partindo de R1 com 50 % de água útil no perfil de 40 cm de profundidade (NI_{AR}), no Brasil se aplicou os mesmos tratamentos, embora partindo de R1 com o solo próximo à capacidade de campo, ou seja, Irrigado por todo o período (I_{BR}) e não irrigado na fase de florescimento (NI_{BR}).

A lâmina de água aplicada diariamente, por meio de um sistema de irrigação por gotejamento, foi calculada considerando-se a evapotranspiração de referência com a equação Penman-FAO a qual foi multiplicada pelo coeficiente da cultura para se obter a evapotranspiração da cultura da soja (Doorenbos e Pruitt, 1977). No Brasil utilizou-se um sistema de micoraspersão Santape.

O conteúdo de umidade do solo e a evapotranspiração real (ET_r) foram determinados pelo método gravimétrico (Gardner, 1984). Durante o período de irrigação, o solo foi mantido próximo à capacidade de campo.

Em ambos os locais, para se determinar o fim de um estágio fenológico e o início de outro, utilizou-se a chave de Fher e Caviness (1977).

Na Argentina, foram efetuadas medições do índice de área foliar, IAF, com um analisador de dossel (LAI 2000, LI-COR, Inc.), a cada sete dias. No Brasil o índice de área foliar foi obtido multiplicando-se o peso da matéria seca das folhas pela área foliar específica, determinada no início do ciclo.

Na Argentina o rendimento de grãos foi avaliado em uma área de 9.6 m², enquanto no Brasil a estimativa foi feita em cinco metros de fileiras em cada parcela, sendo cada metro coletado ao acaso.

Ao atingir a maturação plena (R8), foram amostradas 10 plantas por parcela e destas foram avaliados o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de grãos e peso da matéria

seca dos grãos e da parte vegetativa dos ramos e caules, também foi verificado peso de 1000 sementes e rendimento em sementes (13 % de umidade), tanto na Argentina quanto no Brasil.

As determinações de matéria seca foram feitas em estufa ventilada, à temperatura de 65°C até peso constante, a cada sete dias. O índice de colheita aparente (IC), foi obtida pela razão entre o peso da matéria seca dos grãos e matéria seca aérea total na colheita.

RESULTADOS E DISCUSSAO

A emergência (E), na soja indeterminada, ocorreu seis dias após a semeadura, em três de dezembro, e na soja determinada quatro dias após a semeadura em 19 de dezembro. No Quadro 1, pode-se observar os dias de duração de cada subperíodo fenológico, assim como a relação entre a evapotranspiração real e a evapotranspiração da cultura (ETR/ETc) e as variações no IAF. A deficiência hídrica alcançada foi de 88.7 mm no tratamento NI_{AR}.

Até o máximo volume de grãos (R6), não houve diferença na fenologia entre os tratamentos. A partir de R6, o tratamento I_{AR} levou 20 dias para atingir a maturação fisiológica, R7, contra 14 dias do tratamento NI_{AR}.

Na soja determinada observou-se que a fase de enchimento de grãos foi encurtada pelo pelo estresse hídrico (Quadro 1).

Quadro 1: duração, em dias e evapotranspiração diária da cultura (ETc), para cada subperíodo considerado, variação do IAF, e os valores da relação ETR/ETc, alcançadas nos distintos tratamentos

SOJA INDETERMINADA (ARGENTINA)

Trat./Sub-períodos	I _{AR}				NI _{AR}		
	ETc (mm/dia)	Duração Fases (dias)	IAF	ETR/ETc	Duração Fases (dias)	IAF	ETR/ETc
Veg	2.21	50	0.0<2.4	1.10	50	0.0<2.4	1.10
Flor.	4.22	21	2.4<6.0	1.00	21	2.4<4.1	0.31
E.Gr	3.15	30	6.0<3.0	1.00	30	4.1<2.0	1.00

SOJA DETERMINADA (BRASIL)

Trat./Sub-períodos	I _{BR}		NI _{BR}	
	Duração Fases (dias)	IAF	Duração Fases (dias)	IAF
Veg	46	0,0<2,5	45	0,0<2,5
Flor.	21	2,5<6,7	23	2,5<5,0
Egr	32	6,7<6,4	28	5,0<4,0

Os IAF dos tratamentos NI_{AR} e NI_{BR}, sofreram uma forte queda no crescimento nos dois experimentos (Quadro 1), o que pode estar relacionado com quedas na relação ETR/ETc.

Para rendimento, o cultivo irrigado não apresentou diferenças significativas com o tratamento NI_{AR}, para a soja de hábito de crescimento indeterminado (Quadro 2), com uma diminuição no NI_{AR} de 4,5 %. Estes resultados mostram que o déficit hídrico durante o primeiro período de seca (R1-R4), não afeta o rendimento em grãos. Similares resultados foram encontrados por Brown et al. (1985). Entretanto estas diferenças foram significativas na soja de crescimento determinado, com uma redução de 18,7 % tornando evidente que um veranico neste período de desenvolvimento, afeta a produtividade.

O número de vagens por hectare, o número de sementes por vagem e o peso das 1000 sementes, foram afetados pela deficiência de água (Quadro 2). O déficit hídrico provocou um aumento significativo no número de sementes por vagem na soja indeterminada, já que ao ser reirrigado, em R4, existiu uma menor competição por assimilados entre as estruturas reprodutivas, estas diferenças não se observaram na soja determinada, devido à impossibilidade de continuar emitindo folhas, portanto devido ao hábito de crescimento. Os maiores pesos das 1000 sementes foram obtidos no tratamento com deficiência hídrica, o que indica que para uma maior produção de sementes maior é a competição pelos carboidratos produzidos, o que reduziu o peso de mil sementes. Isto é consequência da rápida produção de flores e frutos depois de uma chuva e à capacidade de produzir maior número de sementes por vagem, com peso maior.

Quadro 2: Rendimento e componentes de rendimento nos distintos tratamentos

SOJA INDETERMINADA (ARGENTINA)

Tratamento	Nº Vagens/ha	Nº Grãos/Vag.	Peso 1000 Sem.	Rend ^{to}	IC	Alt. Planta	Ins. 1 ^a Vagem
	Mil	Unidade	Gramas	Kg/ha	%	Cm	cm
I _{AR}	11989 c	2.36 b*	185 b	5123 a	38 c	67.4 c	14 a
NI _{AR}	9759 d	2.46 a	193 a	4895 a	45 a	46.8 d	17 a

SOJA DETERMINADA (BRASIL)

Tratamento	Nº Vagens/ha	Nº Grãos/Vag.	Peso 1000 Sem.	Rend ^{to}	IC	Alt. Planta	Ins. 1 ^a Vagem
	Mil	Unidade	Gramas	Kg/ha	%	cm	cm
I _{BR}	20693 a	1,78 c	157,6 d	3693 b	43 b	80,6 a	13,4 b
NI _{BR}	14884 b	1,93 c	163,8 c	3001 c	42 b	77,5 b	17,1 b

* Comparações na vertical, seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan (P < 0.05).

O índice de colheita (Quadro 2) aumentou no tratamento NI_{AR} da soja indeterminada, devido ao maior efeito da seca neste período, sobre a produção de matéria seca vegetativa, similares resultados foram encontrados por Egli et al. (1983). O mesmo não se observou na soja de crescimento determinado, a qual não apresentou diferenças significativas no IC entre I_{BR} e NI_{BR}.

Embora as plantas dos tratamentos I_{AR} e I_{BR}, tenham apresentado maior altura de caule, a irrigação não teve efeito sobre a altura de inserção da primeira vagem, nos dois experimentos.

CONCLUSOES

O déficit hídrico no período fenológico R1 a R4, ou seja, período de florescimento, reduziu a área foliar e o número de vagens por hectare e não alterou a altura de inserção da primeira vagem na soja, nos dois experimentos. O número de grãos por vagem, somente foi afetado na soja de crescimento indeterminado, sendo maior no tratamento com estresse hídrico, o que compensa a diminuição no número de vagens por hectare. Portanto, o rendimento final somente foi afetado na soja de crescimento determinado.

Isto permite afirmar que a utilização de variedades de hábito de crescimento indeterminado em regiões, nas quais são frequentes as secas durante o início do período reprodutivo, permite a obtenção de altos rendimentos sem a necessidade de irrigação complementar. Já quando se utiliza variedades de crescimento determinado, a irrigação na fase de florescimento, passa a ser uma prática de manejo a ser considerada, como fator capaz de diminuir os riscos de perdas na produtividade.

BIBLIOGRAFIA

- ASHLEY, D. A., ETHRIDGE, W. J. Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybean cultivars. **Agron. J.**, v. 70, p. 467-471, 1978.
- BOARD, J. E., HARVILLE, B. G., SAXTON, A. M. Branch dry weight in relation to yield increases in narrow-row soybean. **Agron. J.**, v. 82, p. 540-544, 1990.
- BOARD, J. E., SETTIMI, J. R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agron. J.**, v. 78, p. 995-1002, 1986.
- BOERMA, H. R., ASHLEY, D. A. Irrigation, row spacing, and genotype effects on late and ultralate planted soybeans. **Agron. J.**, v. 74, p. 995-999, 1982.
- BROWN, E. A., CAVINES, C. E., BROWN, D. A. Response of selected soybean cultivars to soil moisture deficit. **Agron. J.**, v. 77, p. 274-278. 1985.

- CONFALONE, A., COSTA, L. C., PEREIRA, C. R. Eficiência de uso de la radiacion em distintas fases fenológicas bajo estres hidrico. **R. Fac. Agron.**, v. 17, n. 1, p. 63-66, 1997.
- COSTA, L. C. **Modelo agrometeorológico de previsão de produtividade da soja para as regiões do triângulo mineiro e alto paranaíba, Minas Gerais.** Viçosa, MG: UFV, 1988. 40 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- COSTA, L. C., CONFALONE, A., PEREIRA, C. R. Effect of water stress on the efficiency of capture of water and radiation by soybean. **Trop. Sci.**, v. 39, p. 1-7, 1999.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W. O. **Necesidad de agua de los cultivos**, Serie Riego y Drenaje, n^o 24, FAO, Roma, Italia, 194p., 1977.
- EGLI, D. B., MECKEL, L., PHILLIPS, R.E., RADCLIFFE, D., LEGGETT, J.E. Moisture stress and nitrogen redistribution in soybean. **Agron. J.**, v. 75, p. 1027-1003, 1983.
- FEHR, W. R., CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Ames: Iowa State University, 1977. 11 p. (Special Report, 80).
- GARDNER, W. H. Water content (Ed.) **Methods of soil analysis.** ASA, CSSA, and SSSA, Madison, Wi, 1986, p. 493-594.
- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, New York, v. 24, p. 519-570, 1973.
- KORTE, L. L., SPECHT, J.E., WILLIAMS, J.H., SORENSEN, R.C. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny: II. Yield component responses. **Crop Sci.** v. 23, p. 528-533, 1983.
- MUCHOW, R. C., ROBERTSON, M. J., PENGELLY, B. C. Radiation-use efficiency of soybean, mungbean and cowpea under different environmental conditions, **Field Crops Res.**, v. 32, p. 1-6, 1993.
- PALEG, L. G., ASPINAL, D. **Drought resistance in plants.** Sidney: Academic Press, Australia, 1981.
- PANDEY, R. K., HERRERA, E. A., PENDLETON, J. W. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: II. Plant water status and canopy temperature. **Agron. J.**, v. 76, p. 553-557. 1984.
- SIONIT, N., KRAMER, P. J. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. **Agron. J.**, v. 69, p. 274-278, 1977.