

# INFLUÊNCIA DO DEFICIT HÍDRICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO E COMPONENTES DO RENDIMENTO DA SOJA INDETERMINADA

Adriana CONFALONE<sup>1</sup> e Miguel NAVARRO DUJMOVICH<sup>2</sup>

## RESUMO

O experimento foi desenvolvido na estação Experimental da Faculdade de Agronomia-UNCPBA, BA, Argentina, em 1997/998 Avaliou-se a influência do estresse hídrico durante a fase reprodutiva, no desenvolvimento e rendimento da soja (*Glycine max* (L) Merrill), var Asgrow 4656, de crescimento indeterminado. O número de legumes /ha foi o componente do rendimento o mais afetado pelos tratamentos. Os resultados mostraram que a seca durante os primeiros estádios reprodutivos não diferiu significativamente no rendimento de semente do tratamento irrigado. Os últimos estádios reprodutivos foram os mais sensíveis à seca

**Palavras-chave:** soja, irrigação, componentes do rendimento

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, os estudos têm mostrado o efeito dos elementos climáticos sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura da soja. Quanto ao efeito na produtividade, a precipitação destaca-se como o principal fator responsável pelas oscilações observadas entre localidades, ou em uma mesma localidade, de ano para ano.

A pesar disso, ainda existem controvérsias sobre a interação déficit hídrico, estágio de desenvolvimento e produtividade, ou seja, em qual estágio fenológico a soja é mais sensível ao déficit hídrico.

Diferentes estudos acerca da influência da falta de água na cultura da soja têm apresentado os mais diversos resultados. Diferentes estudos relataram que a fase de florescimento é a mais sensível ao déficit hídrico (ARRUDA et al., 1976; SIONIT & KRAMER, 1977), enquanto para outros autores a fase é a de enchimento de grãos (KORTE et al., 1983)

---

<sup>1</sup> Eng. Agr. Ms. Sc. Meteorologia Agrícola. Professor de trabalhos práticos. Catedra de Agrometeorología, Facultad de Agronomía de Azul-UNCPBA; Caixa Postal: 178; 7300, Azul; Buenos Aires; Argentina.  
e-mail: aec@faa.unicen.edu.ar

<sup>2</sup> Eng Agr. Ms. Sc. Meteorologia Agrícola Professor asociado. Catedra de Agrometeorología, Facultad de Agronomía de Azul-UNCPBA, BA, Argentina.

O maior acúmulo de matéria seca vegetativa nos ramos da soja ocorre entre o início do florescimento e início do enchimento do grãos (BOARD & SETTIMI, 1986).

A sensibilidade da soja à deficiências de água, considerando o rendimento em grãos, tende a se incrementar na medida que a cultura avança no seu ciclo, apresentando uma máxima sensibilidade durante o desenvolvimento reprodutivo (ASHLEY & ETHRIDGE, 1978)

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

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do déficit hídrico em diferentes subperíodos fenológicos da fase reprodutiva, sobre o desenvolvimento e rendimento da soja de crescimento indeterminado, no agroclima do centro do estado de Buenos Aires.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o ano agrícola 1997/98, na estação Experimental da Faculdade de Agronomia-UNCPBA, BA, Argentina, (lat.: 36°45'S ; long.: 59°50'W y 132 msnm.). A variedade de soja estudada foi Asgrow 4656, de crescimento indeterminado, semeada a uma densidade de 29 plantas por metro quadrado. O solo foi caracterizado como Argiudol típico, segundo Soil Taxonomy. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas, dispostas em blocos casualizados, com quatro repetições.

As parcelas foram cobertas com polipropileno transparente sobre estruturas semi-desmontáveis. Ao redor de cada parcela, foram construídos canais de 10 cm de largura, para evitar o escoamento de água de precipitação para o interior das parcelas.

Os tratamentos utilizados foram: a-irrigado por todo o período (II), mantido sempre perto de capacidade de campo, b-seca entre os estados reprodutivos R1 e R4, partindo de R1 com o 50 % de água útil no perfil de 40 cm de profundidade (NI), c-seca entre os estados reprodutivos R4-R6 (IN).

A lâmina de água aplicada diariamente, por meio de um sistema de riego por gotejamento, foi calculada considerando a evapotranspiração de referência com a equação Penman-FAO a qual foi multiplicada pelo coeficiente da cultura para obter a evapotranspiração da cultura da soja (DOORENBOOS & PRUIT, 1997)

O conteúdo de umidade do solo e a evapotranspiração real (ETR) foram determinados pelo método gravimétrico (GARDNER, 1986). Nos períodos de irrigação, o solo foi mantido próximo da capacidade de campo.

Para determinar o fim de um estágio e o início de outro, se utilizou a chave de FHER Y CAVINESS (1977). Considerou-se que as plantas de cada parcela atingiram determinado estágio de desenvolvimento quando 50 % das plantas apresentavam as características morfológicas descritas na chave.

Semanalmente foram efetuadas medições do índice de área foliar, IAF, com um analisador do dossel (LAI 2000, LI-COR, Inc.).

O rendimento de grãos foi avaliado em uma área de 9.6 m<sup>2</sup>

Em R8, foram amostradas 10 plantas por parcela e destas foram avaliados o número de legumes 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)

As determinações de matéria seca foram feitas em estufa ventilada, à temperatura de 65°C até peso constante. 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 DISCUSSÃO

A soja foi semeada o 26 de novembro, ocorrendo a emergência (E) em 3 de dezembro, no Quadro 1, se pode 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, e de 94.6 mm no tratamento IN.

Até o máximo volume de grãos (R6), não houve diferença na fenologia entre os tratamentos. A partir de R6, o tratamento II levou 20 dias para atingir a maturação fisiológica, R7, contra 14 dias do tratamento NI e 10 dias do IN.

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 ao aplicar as coberturas, nos distintos tratamentos.

subpe- riodos	Etc mm/dia	II			NI			IN		
		duração (dias)	IAF	ETR/ ETc	duração (dias)	IAF	ETR/ ETc	duração (dias)	IAF	ETR/ ETc
E-R1	2.21	50	0.0<2.4	1.10	50	0.0<2.4	1.10	50	0.0<2.4	1.10
R1-R4	4.22	21	2.4<6.0	1.00	21	2.4<4.1	0.31	21	2.4<6.0	1.00
R4-R6	3.15	30	6.0<3.0	1.00	30	4.1<2.0	1.00	30	6.0<0.0	0.28
R4-R6	1.35	20	3.0<0.0	1.00	14	2.0<0.0	1.00	10	0.0<0.0	1.00

O IAF do tratamento NI, sofre uma forte queda no crescimento (Quadro 1). No tratamento IN, que havia desenvolvido um grande IAF até R4, apresentou uma importante queda no IAF, devido ao efeito direto do estresse hídrico sobre o metabolismo do nitrogênio (WITTENBACH, 1979; CRAFTS-BRANDNER & EGLI, 1987; STEVEN et al., 1987), e também pelo efeito indireto do desbalanço entre a fonte e o dreno (SINCLAIR & DE WIT, 1975; FRANCESCHI & GIAQUINTA, 1983; ELMORE et al., 1988; FREDERICK & HESKETH, 1994).

Considerando o rendimento (Quadro 2) o cultivo irrigado durante todo o ciclo, não apresentou diferenças significativas com o tratamento NI, mas os rendimentos em sementes dos dois tratamentos foram significativamente maiores do que o tratamento IN. A diminuição no rendimento produzida pelos déficits hídricos, foram 4.5 % e 16 % para NI e IN, respectivamente. Estes resultados mostram que os déficits hídricos durante o primeiro período de seca (R1-R4), não afeta o rendimento em grão já que houve compensação no IC ao se diminuir a massa vegetativa. Similares resultados foram encontrados por BROWN et al. (1985).

O número de legumes por hectare, o número de sementes por vagem e o peso das 1000 sementes, foram afetados pelas deficiências de água (Quadro 2). A maior produção de legumes de NI, em relação ao IN, foi devido à nova produção de flores no NI, e ao aborto de legumes em IN, no sub-período R4.

O déficit hídrico, no tratamento NI, provocou um aumento significativo no número de sementes por vagem, já que ao ser reirrigado, em R4, existiu uma menor competição por assimilados entre as estruturas reprodutivas. Os maiores pesos das 1000 sementes foram obtidos nos tratamentos com deficiências hídricas, 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.

Quadro 2: Rendimento e componentes de rendimento nos distintos tratamentos

Tratamento	Nº legumes/ha	Nº de grãos / vagem	Peso 1000 sementes	Rendimento	IC	Altura planta	inserção.1º legume
	Mil	Unidade	Gramas	Kg/ha	%	cm	cm
II	11989 a	2.36 b*	185 c	5123 a	38 b	67.4 a	14 a
NI	9759 b	2.46 a	193 b	4895 a	45 a	46.8 b	17 a
IN	8369 c	2.34 b	207 a	4300 b	40 b	48.9 b	15 a

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

O maior índice de colheita (Quadro 2), foi encontrado no tratamento NI, devido ao maior efeito da seca neste período, sobre a produção de matéria seca vegetativa, similares resultados foram encontrados por EGLI et al. (1983).

Embora as plantas do tratamento II, tenham apresentado maior altura de caule, a irrigação não teve efeito sobre a altura de inserção da primeira legume.

## CONCLUSÕES

O número de vagens por hectáre, o número de sementes por vagem e o peso das 1000 sementes foram afetados pela deficiência de água. O déficit hídrico no período fenológico R1 a R4, reduziu a área foliar, mas não afetou o rendimento final de sementes pela compensação na partição de assimilados. A utilização de variedades de hábito de crescimento indeterminado, em regiões nas quais são frequentes as secas durante os primeiros períodos do ciclo reprodutivo, permite a obtenção de altos rendimentos sem a necessidade de irrigação complementar. 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. Contrariamente, a seca que afetou a cultura na etapa final da fase reprodutiva, quando a exploração radicular estava quase paralizada e a cultura já possuía a sua máxima superfície transpiratória, afetaram as estruturas reprodutivas, provocando uma forte diminuição nos rendimentos de semente. Esta redução foi devido principalmente, a uma menor produção de legumes por unidade de superfície.

## BIBLIOGRAFIA

ASHLEY, D.A.; ETHRIDGE, W.J. Irrigation effects on vegetative and reproductive development of three soybean cultivars. , 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. **Agronomy journal**. v.82, p.540-544, 1990.

BOARD, J.E.; SETTIMI, J.R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy journal**, v.78, p.995-1002, 1986.

BOERMA, H.R.; ASHLEY, D.A. Irrigation, row spacing, and genotype effects on late and ultralate planted soybeans. **Agronomy journal**, v.74, p.995-999, 1982.

CRAFTS-BRANDNER, S.J.; D.B. EGLI. Sink removal and leaf senescence in soybean. **Plant Physiol**. v.85, p.662-666. 1987.

- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necesidad de agua de los cultivos**. Roma: FAO, 1977.194pp. (Série Riego y Drenaje, 24)
- ELMORE, R.W.; D.E. EISENHAUER; J.E. LEGGETT. Pod and seed development in soybean yield component response to limited capacity sprinkler irrigation systems. **J. Prod. Agric.** v.11, p. 196-202. 1977.
- EGLI, D.B.; MECKEL, L.; PHILLIPS, R.E.; RADCLIFFE, D.; LEGGETT, J.E. Moisture stress and nitrogen redistribution in soybean. **Agronomy journal**, v.75, p.1027-1003, 1983.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**, Iowa, Agric. Exp. Station, 1977. 80 p.(Spec. Rep.).
- FRANCESCHI, V.R.; R.T. GIAQUINTA. The paraveinal mesophyll of soybean leaves in relation to assimilate transfer and compartmentation. **Planta**. v.157, p.422-431. 1983.
- FREDERICK, J.R.; J.D. HESKETH. Genetic improvement in soybean. physiological attributes. In: G.A. Slafer (ed.) **Genetic improvement of field crops**. M. Dekker, Inc., New York. 1994, p. 237-286.
- GARDNER, W.H. Water content (Ed.) **Methods of soil analysis**. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, Wi, 1986, p. 493-594
- HALE, M.G.; ORCUTT, D.M. **The physiology of plants under stress**. New York: Academic Press, 1987. 206p.
- 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.
- PANDEY, R.K.; HERRERA, E.A.; PENDLETON, J.W. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: II. Plant water status and canopy temperature. **Agronomy journal**. v.76, p.553-557. 1984.
- SINCLAIR, T.R.; C.T. de WIT. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. **Science**, v.18, p.565-567. 1975.
- SIONIT, N.; KRAMER, P.J. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. **Agronomy journal**, v.69, p.274-278, 1977.
- STEVEN,J.; C. BRANDNER, D. EGLI. Sink removal and leaf senescence in soybean. **Plant Physiol**, v.885, p.662-666. 1987.
- WITTENBACH, V.A. Ribulose biphosphate carboxylase and proteolytic activity in wheat leaves from anthesis through senescence. **Plant Physiol**. v.64, p. 884-887. 1979.