

EFEITO DE ÉPOCA DE PLANTIO SOBRE O RENDIMENTO DA SOJA, NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ¹

EMILSON FRANÇA DE QUEIROZ², CELSO DE ALMEIDA GAUDÊNCIO, ANTONIO GARCIA, ELENO TORRES³ e MARIA CRISTINA NEVES DE OLIVEIRA⁴

RESUMO - Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a resposta de algumas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à época de plantio. Em geral, os mais altos rendimentos de soja foram obtidos de plantios realizados em outubro e novembro e decresceram quando resultaram de plantios posteriores. O rendimento será máximo quando os períodos de formação de vagens e enchimento de grãos ocorrerem entre meados de dezembro e início de fevereiro, desde que não ocorram limitações drásticas durante a fase de crescimento vegetativo. A utilização do escalonamento de plantios de cultivares precoces, médias e tardias, entre meados de outubro e meados de dezembro, reduz o impacto sobre o rendimento causado por anomalias negativas da precipitação que venham a ocorrer no período de formação de vagens e enchimento de grãos. A redução de rendimento observada, à medida que o plantio é atrasado, além da faixa de rendimento máximo, é explicada pela redução da disponibilidade hídrica a que estão expostos os plantios tardios, além do efeito fotoperiódico depressivo. Determinaram-se, para as cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa, as equações de regressão entre as datas de emergência e os respectivos rendimentos e alturas de planta. O cálculo dos pontos de máximo, de cada uma das equações, permitiu determinar as datas de emergência que resultaram no rendimento máximo de cada cultivar. Com a adoção de procedimento idêntico, foram obtidos os resultados relativos à altura de planta.

Termos para indexação: *Glycine max*, agrometeorologia, período crítico, altura de planta.

EFFECT OF PLANTING DATE ON SOYBEAN YIELD IN NORTH OF PARANÁ REGION, BRAZIL

ABSTRACT - This study was carried out in order to assess the response of some soybean cultivars (*Glycine max* (L.) Merrill) to planting dates. In general, the highest soybean yields were obtained when the plantings were made in October and November, and decreased with later plantings. Yields will be at a maximum when pod development and pod-filling stages occur between mid December and beginning February, if no drastic stress occurs during the stages of vegetative growth. Planting early, medium and late cultivars between mid October and mid December, decrease the impact of rainfall anomalies, which may occur during the periods of pod formation and pod filling, on soybean yields. The yield reduction observed as the planting is delayed beyond the planting date for maximum yield, is explained by the reduction in the availability of water to which these late plantings are exposed, in addition to the depressive photoperiod effect. It was determined the regression equations between the emergence date and yield for the cultivars Paraná, Bossier and Santa Rosa. Calculations of maximum points of each equation allow to determine the emergence dates that resulted in the maximum yield for the three cultivars. Running this procedure for plant height produce similar results for this variable.

Index terms: *Glycine max*, agrometeorology, critical period, plant height.

¹ Aceito para publicação em 5 de agosto de 1997.

² Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (DPD), Caixa Postal 04.0315, CEP 70770-901 Brasília, DF. E-mail: emilson@sede.embrapa.br

³ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR. E-mail: chefia@cnpso.embrapa.br

⁴ Matemática, M.Sc., Embrapa-CNPSo. E-mail: chefia@cnpso.embrapa.br

INTRODUÇÃO

As flutuações anuais de rendimento das culturas, motivadas principalmente por elementos meteorológicos de caráter aleatório, especialmente por anomalias negativas da precipitação, constituem uma preocupação contínua e crescente da Agricultura. A inevitável instalação de monoculturas intensamente mecanizadas, como é o caso do binômio trigo-soja na região norte do Paraná, rompendo o equilíbrio natural do ecossistema original, agravou as situações de excesso e deficiência hídrica no solo e resultou na formação de um agroecossistema altamente sensível às anomalias da precipitação.

Assim, um extenso conjunto de práticas vem sendo estudado e utilizado com o objetivo de reduzir os impactos de adversidades climáticas, causadas por anomalias da precipitação, sobre a produtividade agrícola e a disponibilidade de alimentos.

Nesse sentido, além de medidas governamentais de caráter político e estratégico, vêm sendo estudadas e adotadas medidas que visam a reduzir o efeito de determinada adversidade climática sobre a produção e a produtividade agrícola. A execução de trabalhos de pesquisa nas áreas de irrigação, melhoramento para tolerância à seca, conservação do solo, zoneamento agrícola, diversificação de culturas, cultivares e práticas de manejo situa-se entre os principais esforços para o equacionamento e a solução do problema.

Uma prática bastante antiga, mas que sempre exige novos estudos em virtude da contínua evolução das condições ambientais, genótípicas e tecnológicas em que se pratica determinada cultura, é a determinação da época de plantio que maximize o ajuste entre o período crítico da cultura, para suas exigências bioclimáticas, com o período de máxima disponibilidade climática da região na qual está instalada ou pretende-se instalar.

Segundo Pascale (1969), para que a cultura da soja prospere em determinada região, é necessário o atendimento de suas exigências térmicas, hídricas e fotoperiódicas.

As exigências hídricas, especialmente no período de enchimento de grãos, constituem um dos principais fatores a serem atendidos para que se obtenha o rendimento máximo de uma cultivar de soja.

Ueda, citado por Howell (1967), encontrou uma correlação positiva do teor de umidade do solo com a altura de planta, número de nós, diâmetro do caule, número de flores, aborto de legumes, número e peso de semente. Runge & Odell (1960), mostraram que o rendimento está positivamente correlacionado com a precipitação que ocorre no período de enchimento de grãos.

Shaw & Laing (1965), Doss et al. (1974) e Sionit & Kramer (1977) obtiveram significativa redução do rendimento da soja quando impuseram deficiência hídrica durante o período de enchimento de grãos. Shaw & Laing (1965) observaram que a ocorrência de deficiência hídrica durante o período de formação de grãos provoca redução do tamanho da semente.

Berlato & Bergamaschi (1979), determinando o consumo estacional de água pela cultura da soja no Rio Grande do Sul, obtiveram um consumo médio diário de 5,8 mm para a cultivar Bragg. Esse consumo, expresso pela evapotranspiração diária, variou desde 2,2 mm no subperíodo plantio-emergência, até o valor máximo de 7,4 mm, atingido no subperíodo compreendido entre o início do florescimento e o máximo surgimento de vagens. Para a relação ET/Eo, entre a evapotranspiração da soja e a evaporação medida em tanque de evaporação classe A, Berlato & Bergamaschi (1979) obtiveram os valores máximos durante a formação de vagens e grãos de soja.

Buntley et al. (1973) verificaram, em três localidades do Tennessee, EUA, que as maiores reduções de rendimento ocorreram sempre que a precipitação era menor que a evapotranspiração potencial, durante toda a extensão ou parte do período de enchimento de grãos. Quando ocorreram condições desfavoráveis, com precipitação menor que a evapotranspiração, no início do florescimento, não foram determinadas reduções significativas do rendimento.

Rogers (1971) também demonstrou, na Carolina do Sul, EUA, que o período de enchimento de grãos de soja é crítico em relação à água, ao associar rendimento e disponibilidade hídrica, nesse período. Berlato (1987), trabalhando com a cultura da soja no Rio Grande do Sul, concluiu que o período reprodutivo da soja (50 dias após o florescimento) é o mais crítico em relação ao déficit hídrico.

Berlato & Gonçalves (1978) também obtiveram uma correlação altamente significativa entre o índice P/ETP (precipitação/evapotranspiração) durante o período de enchimento de grãos (florescimento mais 30 dias) e o rendimento de uma cultivar tardia de soja. Rendimentos acima da média geral do experimento somente foram obtidos quando a relação P/ETP, no período de enchimento de grãos, foi de 1,6, ou seja, quando a precipitação excedeu a evapotranspiração em cerca de 60%.

Até certo ponto, as exigências de uma determinada cultivar podem ser harmonizadas com as disponibilidades climáticas da região pelo plantio em época adequada.

Em nosso meio, a época de plantio mais aconselhada para a produção de soja está compreendida entre 15 de outubro e 15 de dezembro, com os mais altos rendimentos obtidos de plantios realizados em novembro (Queiroz et al., 1971; Buss et al., 1972; Bergamaschi et al., 1977; Queiroz et al., 1979).

Nos EUA, os mais altos rendimentos de soja normalmente são obtidos de plantios realizados em maio. Torrie & Briggs (1955) relataram que nas latitudes mais altas do norte dos EUA os rendimentos máximos podem ser obtidos no início de maio. As cultivares precoces não apresentaram variação no rendimento e as tardias produziram cada vez menos, quando plantadas a partir de 20 de maio. Weiss et al. (1950) também não encontraram diferenças significativas quanto ao rendimento das cultivares precoces ao longo das épocas de plantio, mas observaram que o rendimento das tardias reduziu-se progressivamente após 1º de maio. Feaster

(1949) e Osler & Cartter (1954) afirmaram que as cultivares tardias apresentaram seu maior rendimento quando foram plantadas no início da estação e as precoces quando plantadas mais tarde.

Hartwig (1954), trabalhando no sul dos Estados Unidos, observou que os plantios realizados no fim de maio ou início de junho produziram rendimentos mais altos que os realizados mais cedo.

Assim, para gerar um elenco de práticas de manejo que levem à máxima utilização da água disponível, o presente estudo tem o objetivo de determinar as épocas de plantio que resultem na produtividade máxima de cultivares precoces, médias e tardias de soja, na região norte do Paraná; estabelecer as equações de regressão entre data de emergência e rendimento e entre data de emergência e altura de planta e estudar os principais períodos críticos da soja em relação à deficiência hídrica, que controlam o rendimento oriundo de plantios nas épocas recomendadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos biológicos que serviram de base para este estudo estão descritos na Tabela 1 e foram conduzidos no Campo Experimental da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja, em Londrina, Paraná.

No Estado do Paraná, conforme a classificação de Köppen, apresentada por Godoy et al. (1978), ocorrem os tipos climáticos Af, Cfb e Cfa. O clima da região norte do Paraná é do tipo Cfa, mas apresenta uma transição entre o tipo Cfb, do centro e sul do Estado, e o tipo Cwa, que ocorre no sul do Estado de São Paulo. No local de execução dos experimentos biológicos, o solo é classificado como Latossolo Roxo distrófico, bem drenado, profundo e ocupando um relevo ondulado.

As principais variáveis estudadas foram cultivares e épocas de plantio, para atender ao objetivo de estudar a interação entre genótipos e ambientes. Predominantemente, foram estudadas as cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa, consideradas representativas dos Grupos de Maturação VI, VII e VIII, da Classificação Americana de Cultivares de Soja, respectivamente. Estas mesmas cultivares representaram, respectivamente, os grupos precoce, médio e tardio, segundo a terminologia corrente no Estado do Paraná.

Os experimentos foram instalados em diversas épocas de plantio, distribuídas desde o início de outubro até o início de janeiro. As datas de plantio planejadas estão apresentadas na Tabela 1. Admitiu-se a antecipação do plantio de dois a três dias, em relação a estas datas, todas as vezes que ocorreram condições ótimas de umidade do solo para o plantio. Nos casos em que houve condições de insuficiência hídrica para a emergência, precedeu-se à irrigação para garantir o estabelecimento das populações de plantas por unidade de área desejada.

TABELA 1. Descrição dos experimentos de campo utilizados na elaboração deste trabalho.

Fator	Experimento			
	Sucessão trigo-soja ¹	Sistemas de preparo do solo e plantio ²	Adubação verde ¹	Ecológico ¹
Cultivar	Paraná, Bossier e Santa Rosa	Paraná, Bossier e Santa Rosa	Paraná, Bossier e Viçosa	Cultivares listadas na Tabela 7
Época de plantio	10/10	15/10	15/10	20/10
	10/11	15/11	15/11	05/11
	10/12	15/12	15/12	20/11
	10/01	-	-	05/12
	-	-	-	20/12
Espaçamento (m)	0,60	0,60	0,60	0,60
População (mil plantas/ha)	400	400	400	400
Sistema de preparo do solo e plantio	Convencional	Convencional e direto	Convencional	Convencional
Adubação verde	Ausência	Ausência	Presença e ausência	Ausência
Período de execução	1976/77 a 1983/84	1978/79 a 1984/85	1979/80 a 1983/84	1976/77 a 1980/81

¹ Experimento instalado manualmente após preparo convencional do solo.

² Experimento instalado mecanicamente, com sistema de preparo do solo e plantio, convencional ou direto, conforme o tratamento.

A outra fonte de variação ambiental foi a instalação dos experimentos ao longo dos anos agrícolas 1976/1977 a 1984/85. As variáveis aqui designadas como tecnológicas, embora não constituam o principal objeto do estudo, estão citadas na Tabela 1 porque fazem parte dos experimentos complementares.

Procedeu-se a correção de solo, adubação, inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* nas sementes, controle de invasoras, pragas e moléstias, conforme recomendações das respectivas áreas de pesquisa.

Determinaram-se as datas de emergência (Ve) e as datas de ocorrência de todos os estágios reprodutivos (R1 a R8) segundo o critério proposto por Fehr et al. (1971).

Após colhidas e trilhadas as plantas da área útil dos experimentos, pesaram-se os grãos da menor unidade experimental (subparcela ou subsubparcela, conforme o experimento), aqui genericamente designada por parcela, com precisão de um grama.

Com os dados de produção por parcela, área de parcela e teor de umidade dos grãos, calculou-se o rendimento por hectare, corrigido para 13% de umidade.

Para a estimativa da disponibilidade hídrica, durante o período de execução dos experimentos, foram utilizados os dados diários de precipitação, em mm, disponíveis na Estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná, localizada próximo ao local do experimento, a 23° 22' S, 51° 10' W e a 585 metros de altitude.

Foram realizadas as análises de variância individuais e conjuntas do rendimento observado em cada experimento, nos diversos anos, utilizando os pacotes computacionais SAEST e SANEST, desenvolvidos por Zonta et al. (1986).

Utilizou-se o módulo “Regmult” para calcular as equações de regressão linear, quadrática e cúbica que relacionaram as datas de emergência com o rendimento e altura de planta. O módulo “Stepwise” foi utilizado para proceder os cálculos das equações que relacionaram a precipitação observada nos subperíodos Ve-R1, R1-R4, R4-R6 e R6-R8 com o rendimento da soja. Esses módulos, além de determinarem os parâmetros das equações, exibem o valor calculado do teste F e a respectiva probabilidade.

Elaborou-se um programa de computador que efetuou a transformação das datas do calendário romano em calendário absoluto, seqüencialmente, e considerou, em cada ano, o dia 21 de setembro como o primeiro dia. Assim, transformaram-se as datas de plantio, emergência e as datas de todos os estágios fenológicos reprodutivos em números naturais. Com esses dados transformados, estabeleceram-se todas as equações de regressão das datas de emergência com o rendimento ou com a altura de planta. Em outro programa utilizou-se este arquivo de dados fenológicos e um arquivo de precipitação diária para fornecer o somatório desta variável meteorológica para cada subperíodo desejado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento

Os rendimentos apresentados pelas cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa, no experimento de sucessão trigo-soja, são apresentados na Tabela 2.

Para a média dos oito anos, os rendimentos das cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa, nas duas primeiras épocas, não diferiram entre si e foram superiores aos obtidos na quarta época.

Considerando-se a média das três cultivares, as duas primeiras épocas não diferiram entre si, foram superiores às outras duas e o menor rendimento foi apresentado pela quarta época. Ou seja, os mais altos rendimentos foram obtidos quando o plantio foi feito em outubro ou novembro e decresceram à medida que o plantio foi atrasado para dezembro ou janeiro.

A resposta das cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa à época de plantio é apresentada na Tabela 3, mediante as respectivas equações de regressão polinomial entre data de emergência e rendimento.

A cultivar Paraná apresentou uma resposta quadrática e significativa a 5% de probabilidade nos experimentos de sucessão, plantio convencional e no conjunto dos experimentos (sucessão, plantio direto e plantio convencional). As equações de regressão correspondentes apresentam pontos de máximo rendimento nos dias 3/11, 1/11 e 27/10, respectivamente.

A cultivar Bossier apresentou uma resposta linear significativa nos experimentos de plantio convencional e plantio direto. No experimento de sucessão e no conjunto dos experimentos, a resposta foi quadrática e significativa a 5% de probabilidade. As datas que corresponderam ao rendimento máximo das equações quadráticas são 19/10 e 14/10.

A cultivar Santa Rosa apresentou resposta linear e significativa nos experimentos de sucessão, plantio convencional, plantio direto, e no conjunto desses experimentos. Considerando a resposta linear, o ponto de máximo rendimento, para o intervalo 10/10 a 10/01, é 10 de outubro.

Os modelos de regressão linear múltipla que descrevem a relação entre o rendimento de três cultivares de soja e a precipitação observada em três ou quatro subperíodos são apresentados na Tabela 4.

Os modelos que se baseiam na precipitação observada no subperíodo R1 - R4 explicam a maior parte da variação de rendimento causada por esse elemento meteorológico nas cultivares. A introdução dos valores da precipitação observada nos subperíodos Ve - R1 e R4 - R6 resultam em melhoria dos modelos, também para as três cultivares. Entretanto, quando se introduzem as determinações relativas ao subperíodo R6 - R8, houve

melhoria apenas para a cultivar Santa Rosa. Observa-se, entretanto, que em todos os casos os coeficientes de correlação podem ser considerados médios.

TABELA 2. Rendimento médio, em kg/ha, de três cultivares de soja, plantadas em quatro épocas, sucedendo a três cultivares de trigo. Londrina, PR (1976/77 a 1983/84).

Cultivar		Época ¹				Média ²
Soja	Trigo	10/10	10/11	10/12	10/01	
Paraná	INIA F 66	2283ab	2596a	1876b	1391c	2037ab
Paraná	IAC - 5	2325ab	2509a	1907b	1419c	2040a
Paraná	Paraguay 281	2203ab	2554a	1882b	1372c	2003abc
Bossier	INIA F 66	2385a	2290ab	1834b	1354c	1966bcd
Bossier	IAC - 5	2317a	2363a	1759b	1388b	1957cd
Bossier	Paraguay 281	2290a	2167a	1775b	1364b	1874e
Santa Rosa	INIA F 66	2251a	2202a	1842b	1404b	1925de
Santa Rosa	IAC - 5	2243a	2196a	1809b	1381b	1907de
Santa Rosa	Paraguay 281	2339a	2217a	1745b	1472b	1943cde
Média de	1976/77	2443a	2439a	1615b	1027c	1881d
Anos x cul-	1977/78	1696a	1538a	1531a	1195b	1490e
tivares	1978/79	2311b	2663a	1813c	1264d	2013c
	1979/80	2686a	2729a	2257b	1532c	2301b
	1980/81	2644a	2800a	2064b	1382c	2222b
	1981/82	2725ab	2804a	2476b	2213c	2555a
	1982/83	2021a	1921ab	1683bc	1474c	1775d
	1983/84	1730a	1856a	1163b	1065b	1454e
Média		2282a	2344a	1825b	1394c	1961

¹ Médias seguidas de diferentes letras, nas linhas, apresentam significância a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de diferentes letras, na coluna, apresentam significância a 5% de probabilidade.

Verificou-se menor dependência do rendimento em relação à precipitação, quando as observações referentes às três cultivares serviram de base, concomitantemente, para o cálculo dos modelos.

No sistema de preparo do solo e plantio convencional, as cultivares Paraná e Bossier apresentaram o maior rendimento quando foram plantadas na primeira época (15/12) ou na segunda época (15/11), as quais não diferiram entre si e foram superiores à terceira época (15/12). O rendimento da cultivar Santa Rosa foi máximo na primeira época e mínimo na terceira. No sistema de preparo do solo e plantio direto, os rendimentos apresentados pelas três cultivares não diferiram entre si, nas três épocas, tendo atingido os valores máximo e mínimo na primeira e terceira épocas, respectivamente. Quando foram consideradas as médias dos dois sistemas e das três cultivares, as duas primeiras épocas apresentaram rendimentos similares e significativamente superiores aos da terceira época (Tabela 5).

Os resultados de rendimento das três cultivares de soja, plantadas em três épocas, na presença e ausência de adubação verde, são apresentados na Tabela 6. As cultivares Paraná, Bossier e Viçõja apresentaram, na primeira época, um rendimento superior ao da terceira época, independentemente da presença ou ausência da adubação verde. Os maiores rendimentos das três cultivares foram obtidos nas duas primeiras épocas, quando se considerou a média dos dois sistemas de adubação e a média geral.

Os rendimentos apresentados pelas cultivares do Ensaio Nacional de Ecologia de Soja, instalado em Londrina, são apresentados na Tabela 7. Foram escolhidas as cultivares Paraná, Davis, Bragg, Hardee, Viçõja, Santa Rosa, UFV-1, IAC-4 e IAC-2, para representar os diversos Grupos de Maturação presentes neste ensaio.

As cultivares Paraná, Davis e Bragg apresentaram o rendimento máximo nos plantios realizados em 05/11 e 20/11, que não diferiram entre si. Com valores imediatamente inferiores de rendimento situou-se o plantio da primeira época e, em seguida, os plantios da quarta e quinta épocas.

Com as cultivares Hardee, Viçõja, Santa Rosa, UFV-1, IAC-4, e IAC-2 não foram determinadas diferenças significativas entre as três primeiras épocas, as quais produziram os mais altos rendimentos. Os rendimentos de todas as cultivares, com exceção da cultivar IAC-2, decresceram com o atraso no plantio até 20/12 (Tabela 7).

TABELA 3. Equação de regressão entre data de emergência e rendimento de soja com respectivo valor do coeficiente de determinação e a probabilidade do teste F, para as cultivares de soja, Paraná, Bossier e Santa Rosa, plantadas em diversas condições ambientais. Londrina, PR ¹.

Cultivar	Nº de pares	Nº de anos	Equação	Prob. > F	R ²
Experimento de sucessão trigo-soja					
Paraná	32	8	$y = 1989,34 + 18,28x - 0,21x^2$	0,014	0,456
Bossier			$y = 2201,14 + 6,87x - 0,12x^2$	0,032	0,426
Santa Rosa			$y = 2626,90 - 9,99x$	0,050	0,330
Experimento de sistemas de preparo do solo e plantio					
Convencional					
Paraná	24	8	$y = 2134,38 + 20,03x - 0,24x^2$	0,0387	0,612
Bossier			$y = 2961,22 - 11,02x$	0,0036	0,316
Santa Rosa			$y = 2452,20 - 6,87x$	0,0331	0,203
Direto					
Paraná	24	8	$y = 3457,80 - 18,52x$	0,00002	0,647
Bossier			$y = 3230,82 - 16,17x$	0,0002	0,524
Santa Rosa			$y = 2903,97 - 12,71x$	0,0021	0,394
Conjunto 1:2 ²					
Paraná	80	8	$y = 2238,21 + 16,21x - 0,22x^2$	0,00112	0,557
Bossier			$y = 2388,31 + 6,30x - 0,13x^2$	0,0507	0,432
Santa Rosa			$y = 2661,94 - 9,93x$	0,00001	0,314

¹ A variável x é definida no intervalo $29 \leq x \leq 118$, correspondente à média das primeiras e últimas datas de emergência ocorridas em cada ano.

² Inclui o Experimento de Sucessão trigo-soja e o Experimento de sistemas de preparo do solo e plantio.

Considerando a média de todas as cultivares, a segunda época produziu o rendimento máximo, sem diferir significativamente da primeira época, mas diferindo de todas as outras. Os rendimentos da primeira e terceira épocas não diferiram entre si e foram superiores aos rendimentos da quarta e quinta épocas. O mais baixo rendimento ocorreu na quinta época. Em resumo, o rendimento máximo ocorreu no plantio de início de novembro (05/11) e foi estatisticamente similar ao do fim de outubro (20/10). Após a segunda época, o rendimento decresceu até a última época.

Nos resultados dos experimentos apresentados nas Tabelas 2 a 7, observa-se que, em geral, os mais altos rendimentos foram obtidos quando os plantios foram realizados em outubro e novembro e decresceram nos plantios posteriores, concordando com resultados obtidos por Queiroz et al. (1971), Buss et al. (1972), Bergamaschi et al. (1977), Garcia (1979), Queiroz et al. (1979) e Torres (1981).

A ausência de diferenças significativas na ampla faixa de épocas de plantio, que compreende os meses de outubro e novembro, é resultado de mecanismos naturais da espécie para tamponar os efeitos das variações ambientais sobre a produtividade. Com efeito, o rendimento da soja é uma característica complexa que pode ser decomposta em seus componentes: número de plantas por unidade de área, número de legumes por planta, número de sementes por legume e peso de sementes (Scott & Aldrich, 1970; Minor, 1971). Adams (1967), trabalhando com feijoeiro, observou que a competição entre plantas torna-se mais intensa à medida que ocorrem limitações nos recursos ambientais disponíveis a cada planta. Diante desta limitação, há uma conjunção entre os componentes para que o rendimento por planta seja compatível com as condições ambientais. Assim, a estabilização do rendimento, frente às flutuações das disponibilidades ambientais, é proporcionada pela interdependência entre os componentes do rendimento.

Admite-se que os plantios realizados em outubro e novembro produziram os mais altos rendimentos, porque, em primeiro lugar, expuseram o subperíodo R1 - R4 ou R4 - R6, conforme a cultivar, às condições de alta disponibilidade hídrica dos meses de dezembro, janeiro e parte de fevereiro, conforme está ilustrado na Tabela 8. Em segundo lugar, os plantios realizados nessa época também exploram o máximo da disponibilidade fotoperiódica e térmica da região, para a satisfação das exigências bioclimáticas das cultivares estudadas.

Os resultados aqui obtidos evidenciam que o rendimento da soja, estimado por meio das cultivares estudadas é, principalmente, dependente da disponibilidade hídrica no subperíodo R1-R6 (início do florescimento até o fim do enchimento de grãos) e encontram respaldo nos trabalhos de Berlato & Gonçalves

(1978), Berlato & Bergamaschi (1979) e Berlato (1987), no Brasil, e por Runge & Odell (1960), Shaw & Laing (1965), Rogers (1971), Buntley et al. (1973) e Sionit & Kramer (1977), no exterior.

TABELA 4. Equações de regressão linear múltipla entre o rendimento de três cultivares de soja, isoladamente e em conjunto, quando plantadas em 32 ambientes, e precipitação total observada, x_1 , em quatro subperíodos: $V_e - R_1$, $R_1 - R_4$, $R_4 - R_6$ e $R_6 - R_8$.

Cultivar e variáveis ¹	Equação	Variação explicada II (%)	Coefficiente de correlação
Paraná			
x_2	$y = 1609,7 + 3,7x_2$	21,53	0,464
$x_1; x_2$	$y = 1301,6 + 1,1x_1 + 3,9x_2$	25,99	0,510
$x_1; x_2; x_3$	$y = 1167,5 + 1,1x_1 + 3,3x_2 + 1,2x_3$	29,51	0,543
$x_1; x_2; x_3; x_4$	$y = 1122,2 + 1,1x_1 + 3,3x_2 + 1,1x_3 + 0,5 x_4$	29,92	0,547
Bossier			
x_2	$y = 1549,3 + 2,8x_2$	24,84	0,498
$x_1; x_2$	$y = 1047,2 + 1,7x_1 + 2,9x_2$	35,55	0,596
$x_1; x_2; x_3$	$y = 881,6 + 1,5x_1 + 2,6x_2 + 1,7x_3$	41,82	0,647
$x_1; x_2; x_3; x_4$	$y = 884,6 + 1,5x_1 + 2,6x_2 + 1,7x_3 + 0,1x_4$	41,85	0,647
Santa Rosa			
x_2	$y = 1571,8 + 1,9x_2$	24,77	0,498
$x_1; x_2$	$y = 987,7 + 1,7x_1 + 2,0x_2$	40,68	0,638
$x_1; x_2; x_3$	$y = 1105,9 + 2,0x_1 + 2,4x_2 + 2,2x_3$	54,73	0,740
$x_1; x_2; x_3; x_4$	$y = 1000,3 + 1,8x_1 + 2,1x_2 + 1,4x_3 + 2,04x_4$	60,17	0,776
Soja²			
x_2	$y = 1621,0 + 2,3x_2$	18,51	0,430
$x_2; x_3$	$y = 1350,7 + 1,8x_2 + 2,1x_3$	28,95	0,538
$x_1; x_2; x_3$	$y = 1072,6 + 1,0x_1 + 1,9x_2 + 2,0x_3$	28,95	0,538

¹ x_1 : precipitação total observada, por subperíodo; $x_1 = V_e - R_1$: emergência - início de floração; $x_2 = R_1 - R_4$: início de floração ao início do enchimento de grãos; $x_3 = R_4 - R_6$: início ao fim do enchimento de grãos; $x_4 = R_6 - R_8$: fim do enchimento de grãos à maturação; R_1, R_2, R_4, R_6 e R_8 são os estágios reprodutivos descritos por FEHR (1971).

² Para o cálculo dessas três equações foram utilizados, concomitantemente, os pares de valores referentes às cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa.

Assim, a alta variabilidade interanual dos rendimentos provenientes dos plantios de outubro, novembro e parte do mês de dezembro (Tabela 5) pode ser atribuída à variabilidade interanual da oferta hídrica, uma vez que a pequena variabilidade fotoperiódica interanual e a variabilidade térmica interanual existente têm um impacto de pequena magnitude na faixa de épocas de plantio utilizada.

A ocorrência dos mais altos rendimentos em novembro e a redução de rendimento em plantios posteriores também está de acordo com resultados obtidos no hemisfério norte por Feaster (1949), Weiss et al. (1950), Hartwig (1954), Osler & Cartter (1954) e Torrie & Briggs (1955), segundo os quais os mais altos rendimentos são obtidos em maio e decrescem com o atraso nos plantios. Esta similaridade, provavelmente, vem do fato de que, sob o ponto de vista astronômico, o mês de maio no hemisfério norte corresponde ao mês de novembro no hemisfério sul, resultando em disponibilidades fotoperiódicas muito semelhantes. Em outros termos, para as localidades onde se realizaram os trabalhos acima citados, o transcurso do regime fotoperiódico durante o mês de maio, junho e julho é bastante similar ao do norte do Paraná nos meses de novembro, dezembro e janeiro, ainda que, em termos absolutos, sejam diferentes. Por outro lado, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro - verão do hemisfério sul - constituem um período no qual ocorre a maior disponibilidade térmica e hídrica para a soja na região norte do Paraná.

Altura de planta

A resposta das cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa, à época de plantio, expressa em termos de altura de planta, é apresentada na Tabela 9 e foi obtida por meio da análise de regressão entre data de emergência e altura de planta. Esses resultados são oriundos do experimento de sucessão trigo-soja e do experimento de sistemas de preparo do solo e plantio, descritos na Tabela 1. As cultivares Bossier e Santa Rosa apresentaram uma resposta quadrática e significativa a 5% de probabilidade, nos dois experimentos, quando analisadas isoladamente e em conjunto. A cultivar Paraná somente apresentou resposta quadrática significativa no experimento de sucessão e no conjunto dos dois experimentos.

Para a cultivar Paraná, as equações com os mais altos valores do coeficiente de determinação, apresentaram ponto de máxima altura de planta quando a emergência ocorreu de 21 a 25 de novembro.

TABELA 5. Rendimento, em kg/ha, de três cultivares de soja, plantadas em três épocas, sete anos e dois sistemas de preparo do solo e plantio. Londrina, PR (1977/78 a 1984/85).

Sistema	Cultivar	Época ¹			Média ²
		15/10	15/11	15/12	
Convencional	Paraná	2487a	2496a	1543b	2175a
	Bossier	2514a	2502a	1578b	2198a
	Santa Rosa	2364a	2156b	1681c	2067a
Média		2455a	2385a	1601b	2147a
Direto	Paraná	2746a	2493b	1465c	2234a
	Bossier	2828a	2327b	1532c	2229a
	Santa Rosa	2623a	2233b	1544c	2133a
Média		2732a	2351b	1514c	2199a
Média de cultivares x épocas	Paraná	2616a	2494a	1504b	2205a
	Bossier	2671a	2414a	1555b	2213a
	Santa Rosa	2494a	2195a	1613b	2100a
Média de anos x épocas	78/79	2290a	2072b	1718b	2027c
	79/80	3000a	2860a	2066b	2642a
	80/81	2793a	2492a	1737b	2340b
	81/82	2715a	2400a	1626b	2247b
	82/83	2365a	2296a	1542b	2067c
	83/84	2618a	2265b	523c	1802d
	84/85	2374a	2189a	1690b	2084c
Média		2594a	2368a	1557b	2173

¹ Médias seguidas de diferentes letras, nas linhas, apresentam significância a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de diferentes letras, na coluna, apresentam significância a 5% de probabilidade.

TABELA 6. Rendimento médio das cultivares de soja, Paraná, Bossier e Viçõa plantadas em três épocas e dois níveis de adubação verde. Londrina, PR (1979/80 a 1983/84).

Cultivar	Adubação	Época de plantio ¹			Média ²
		15/10	15/11	15/12	
Paraná	Sem adubação	2550a	2665a	2031b	2415b
	Com adubação	2620b	3056a	2093c	2589a
	Média	2584a	2860a	2062b	2502a
Bossier	Sem adubação	2692b	2902a	1980c	2525a
	Com adubação	2604b	3071a	2060c	2578a
	Média	2648a	2986a	2020b	2551a
Viçõa	Sem adubação	3090a	2565b	2018c	2558a
	Com adubação	2784a	2618b	1959c	2454a
	Média	2937a	2591a	1989b	2506a
Média de níveis x épocas	Sem adubação	2777a	2711a	2010b	2499a
	Com adubação	2669b	2915a	2037c	2540a
Média de anos x épocas	79/80	3490a	3325a	2525b	3113a
	80/81	2724a	2666a	1941b	2444b
	81/82	2776a	3150a	2341b	2756ab
	82/83 ³	2029a	1787b	1589c	1802c
	83/84	1903b	2109a	1287c	1766c
Média		2723a	2813a	2024b	2520

¹ Médias seguidas de diferentes letras, nas linhas, apresentam significância a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de diferentes letras, na coluna, apresentam significância a 5% de probabilidade.

³ O ano 1982/83 não foi incluído na análise conjunta nem no cálculo da média geral.

No caso da cultivar Bossier, os coeficientes de determinação variaram de 0,427 a 0,453 (Tabela 9) e os pontos de altura máxima, corresponderam a datas de emergência ocorridas de 26 a 30 de novembro.

A resposta quadrática da cultivar Santa Rosa apresentou valores dos coeficientes de determinação mais altos do que aqueles correspondentes aos obtidos para as cultivares Bossier e Paraná. As datas de emergência que resultaram na máxima altura de planta, situam-se entre 21 e 28 de novembro.

TABELA 7. Rendimento, em kg/ha, de dezesseis cultivares de soja, plantadas em cinco épocas e cinco anos (1976/77 a 1980/81). Londrina, PR¹.

Cultivar	Época de plantio ¹					Média ²
	20/10	05/11	20/11	05/12	20/12	
Forrest	1918a	2007a	1927a	1501b	1352b	1741ab
Paraná	1871b	2246a	2073ab	1553c	1352c	1819ab
Pampeira	1653c	2359a	2069ab	1763bc	1317d	1832ab
Planalto	1928b	2271a	2051ab	1746b	1247c	1848ab
Davis	1869bc	2204a	2005ab	1645c	1283d	1801ab
Bragg	1772b	2008ab	2142a	1702b	1336c	1792ab
IAS-4	1900b	2329a	2300a	1704b	1294c	1905a
Flórida	2568a	2366a	1825b	1504c	1314c	1916a
Blenville	1861ab	2111a	1909ab	1689bc	1390c	1792ab
Viçoja	2194a	2191a	1874ab	1640bc	1340c	1848ab
Hardee	2191a	2250a	1992a	1611b	1339b	1877ab
Santa Rosa	2137a	2085a	1890ab	1681bc	1375c	1834ab
IAC-4	2086a	2009a	1895a	1560b	1289b	1768ab
IAC-2	1542a	1560a	1488a	1514a	1389a	1499c
UFV-1	1960a	1884a	1668ab	1441bc	1277c	1646bc
Júpiter	1468a	1346ab	1269ab	1183ab	1050b	1263d
1976/77	2048a	2128a	1849ab	1616bc	1440c	1816ab
1977/78	1655a	1631a	1510a	1298b	1235b	1466c
1978/79	1806a	1986a	1986a	1596b	1242c	1723b
1970/80	2106ab	2509a	2113ab	1786b	1320c	1967a
1980/81	2046a	2129a	2035a	1653b	1309c	1834ab
Média	1932ab	2077a	1899b	1590c	1309d	1761

¹ Médias seguidas de diferentes letras, nas linhas, apresentam significância a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de diferentes letras, na coluna, apresentam significância a 5% de probabilidade.

Para o caso do norte do Paraná, admite-se que este resultado pode ser explicado pela conjunção de dois fatores. O primeiro é a ocorrência de veranicos durante o mês de novembro (Queiroz et al., 1982) e, portanto, durante o período de crescimento vegetativo das plantas oriundas de plantios realizados em fins de outubro e início de novembro. Nesses plantios as condições fotoperiódicas são favoráveis ao desenvolvimento normal das três cultivares estudadas; a ocorrência de temperaturas mais altas durante o veranico antecipa a ocorrência dos diversos estádios fenológicos. Conseqüentemente, há redução do subperíodo emergência-floração e, portanto, da altura de planta. Também a deficiência hídrica associada aos veranicos de novembro, resulta na redução da taxa de crescimento vegetativo que, por sua vez, provoca acentuado reflexo negativo sobre a altura de planta. Em segundo lugar, de modo inverso e positivo, o mês de dezembro apresenta condições bastante favoráveis ao crescimento vegetativo. Com efeito, a alta disponibilidade térmica e hídrica que ocorrem, freqüente e concomitantemente, durante o mês de dezembro, produzem uma alta taxa de crescimento vegetativo que, compensando as limitações fotoperiódicas, resulta em maior altura de planta para os plantios realizados no final de novembro.

Por sua vez, os coeficientes de determinação dessas equações de regressão foram baixos, apesar de significativos. Esse resultado contém uma variabilidade que é atribuída à alta variabilidade interanual da disponibilidade hídrica e de sua distribuição durante o período de crescimento vegetativo das cultivares aqui estudadas. Este resultado induz à utilização da prática da diversificação de cultivares e épocas de plantio para que sejam diluídos os riscos da ocorrência de reduzidas alturas de planta e de seu impacto negativo sobre o rendimento.

TABELA 8. Valores médios da precipitação total observada em três subperíodos do ciclo de três cultivares de soja, plantadas em quatro épocas, rendimento médio, altura de planta e respectivos coeficientes de correlação. Londrina, PR (1976/77 e 1983/84).

Cultivar	Época de plantio	Precipitação total (mm)			Rendimento (kg/ha)	Altura de planta (cm)
		Ve - R1	R1 - R4	R4 - R6		
Paraná	10/10	214	177	240	2270	49
	10/11	320	123	164	2553	61
	10/12	299	82	125	1888	57
	10/01	180	64	132	1394	43
Correlações	Rendimento	0,650	0,743	0,557	--	0,742
	Altura	0,992	--	--	0,742	--
Bossier	10/10	264	221	235	2297	50
	10/11	365	155	140	2273	64
	10/12	317	82	160	1789	63
	10/01	188	80	130	1369	46
Correlações	Rendimento	0,692	0,858	0,571	--	0,428
	Altura	0,945	--	--	0,428	--
Santa Rosa	10/10	300	382	254	2278	61
	10/11	445	151	200	2205	84
	10/12	362	96	152	1799	72
	10/01	197	104	100	1419	49
Correlações	Rendimento	0,680	0,698	0,829	--	0,622
	Altura	0,997	--	--	0,622	--

TABELA 9. Equação de regressão entre data de emergência e altura de planta, com respectivos valores do coeficiente de determinação e probabilidade do teste F, para as cultivares de soja Paraná, Bossier e Santa Rosa, plantadas em diversas condições ambientais. Londrina, PR¹.

Cultivar	Nº de pares	Nº de anos	Equação	Prob > F	R²
Experimento sucessão trigo-soja					
Paraná	32	8	y = 29,997 + 0,930x - 0,007x²	0,0003	0,429
Bossier			y = 25,729 + 1,142x - 0,008x²	0,00006	0,453
Santa Rosa			y = 27,863 + 1,641x - 0,013x²	0,00001	0,698
Experimento de sistemas de preparo do solo e plantio					
Convencional					
Paraná	24	8	y = 36,324 + 0,989x - 0,008x²	0,0074	0,385
Bossier			y = 13,815 + 1,605x - 0,012x²	0,0007	0,445
Santa Rosa			y = 33,203 + 1,814x - 0,014x²	0,0002	0,605
Direto					
Paraná	24	8	y = 40,766 + 0,901x - 0,008x²	0,0036	0,294
Bossier			y = 16,718 + 1,651x - 0,012x²	0,00008	0,427
Santa Rosa			y = 27,611 + 2,224x - 0,018x²	0,00008	0,708
Conjunto 1:2					
Paraná	80	8	y = 33,028 + 0,811x - 0,006x²	0,00001	0,205
Bossier			y = 20,278 + 1,405x - 0,010x²	0,00001	0,431
Santa Rosa			y = 29,723 + 1,861x - 0,014x²	0,00001	0,626

¹ A variável x é definida no intervalo $29 \leq x \leq 118$, correspondente à média das primeiras e últimas datas de emergência observadas em cada ano.

CONCLUSÕES

1. O rendimento das cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa, na região norte do Paraná, é máximo se os períodos de formação de vagens e enchimento de grãos ocorrerem na faixa de maior disponibilidade hídrica.
2. As cultivares Paraná, Bossier e Santa Rosa apresentam o rendimento máximo quando a primeira é plantada em início de novembro e as duas últimas em meados de outubro.

3. A variabilidade interanual da disponibilidade hídrica, a resposta diferencial das cultivares à época de plantio e a inexistência de diferenças consistentes e significativas do rendimento médio das cultivares de ciclo precoce, médio e tardio, de meados de outubro ao fim de novembro, determinam a prática da diversificação de cultivares e épocas de plantio, na região norte do Paraná.

4. A resposta das cultivares de soja Paraná, Bossier e Santa Rosa à época de plantio, em termos de altura de planta, é descrita, respectivamente, pelas equações:

$$Y = 29,997 + 0,930x - 0,007x^2 \quad (R^2 = 0,429; P = 0,0003)$$

$$Y = 25,729 + 1,142x - 0,008x^2 \quad (R^2 = 0,453; P = 0,00006)$$

$$Y = 27,863 + 1,641x - 0,013x^2 \quad (R^2 = 0,698; P = 0,00001)$$

onde:

Y: altura de planta, em cm;

x: data de emergência, em calendário absoluto, no qual $x = 1$ em 21/9, sendo definido no intervalo $29 \leq x \leq 118$;

R: coeficiente de determinação; e

P: nível de probabilidade.

AGRADECIMENTOS

Aos Técnicos Agrícolas Ubirajara Silveira e Edmar Gusmão dos Anjos, da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja, pela organizada e eficiente participação na condução dos experimentos que constituíram a base deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, M.W. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. **Crop Science**, Madison, v.7, n.50, p.505-510, Sept./Oct. 1967.
- BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; WESTPHALEN, S.L. Época de semeadura de soja no Rio Gande do Sul: avaliação e interpretação dos ensaios ecológicos de soja. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, v.18, p.7-4, 1977.
- BERLATO, M.A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos de soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul**. São José dos Campos: INPE, 1987. 94p. Tese de Doutorado.
- BERLATO M.A.; BERGAMASCHI, H. Consumo de água da soja. I. Evaporação estacional em ótimas condições de disponibilidade de água no solo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., 1978, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa-CNPSO, 1979. v.1, p.53-58.
- BERLATO, M.A.; GONÇALVES, H.M. Relação entre o índice hídrico P/ETP e rendimento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.227-233, 1978.
- BUNTLEY, G.J.; McCUTCHEN, T.; MORGAN, H. Soybean yields as affected by rainfall distribution during flowering and pod filling. **Tennessee Farm and Home Science, Progress Report**, n.88. p.8-10, Oct./Dec. 1973.
- BUSS, A.; QUEIROZ, E.F.; TERASAWA, F.; KASTER, M.; MENOSSO, O.G. **Soja 72**. Curitiba: IPEAME, 1972. 24p. (IPEAME. Circular, 14).
- DOSS, G.S.; PEARSON, R.W.; ROGERS, H.T. Effect of soil water stress at various growth stages on soybeans yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, n.2, p.297-299, Mar./Apr. 1974.
- FEASTER, C.V. Influence of planting date on yield and other characteristics of soybeans grain in southeast Missouri. **Agronomy Journal**, Madison, v.41, n.2, p.57-62, 1949.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, H.E.; HARWOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, n.6, p.929-931, Nov./Dec. 1971.
- GARCIA, A. **Estudo do índice de colheita e de outras características de dez cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill, e de suas correlações com a produção de grãos em duas épocas de semeadura**. Viçosa, MG: UFV, 1979. Dissertação de Mestrado.
- GODOY, M.; CORRÊA, A.R.; BERNARDES, R.M. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1978. 38p.

- HARTWIG, E.T. **Factors affecting time of planting soybeans in the Southern States**. Washington, DC: USDA, 1954. 13p. (USDA. Circular, 943).
- HOWELL, R.W. Physiology of the soybean. In: NORMAN, A.G. (Ed.). **The soybean**. New York: Academic Press, 1967. p.75-124.
- MINOR, M.C. **Effect of plant spacing on yield components of sorghum in USA and soybeans in India**. Urbana: Univ. of Illinois, 1971. Ph.D. Thesis.
- OSLER, R.D.; CARTTER, J.L. Effect of planting date on chemical composition and growth characteristics of soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.46, n.6, p.267-270, June 1954.
- PASCALE, A.J. Tipos agroclimáticos para el cultivo de la soja en la Argentina. **Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de Buenos Aires**, Buenos Aires, v.17, n.3, p.31-38, 1969.
- QUEIROZ, E.F.; COSTA VAL, W.M.; GARCIA, A. O veranico de fim de novembro em Londrina e alguns de seus efeitos sobre a cultura da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: Embrapa-CNPSo, 1982. v.1, p.248-264. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 1).
- QUEIROZ, E.F.; KASTER, M.; TERASAWA, F. **Soja no Paraná**. Curitiba: IPEAME, 1971. 24p. (IPEAME. Circular, 9).
- QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E. Ecologia e manejo da cultura. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Ecologia, manejo e adubação da soja**. Londrina, 1979. 91p. (Embrapa-CNPSo. Circular, 2).
- ROGERS, H.T. Site selection and importance of water. In: AUBURN UNIVERSITY. Agricultural Experiment Station. **Soybean production: recent research findings**. Auburn: Alabama Agricultural Experimental Station, 1971. p.11-16. (Bulletin, 413).
- RUNGE, E.A.; ODELL, R.T. The relation between precipitation, temperature and the yield of soybeans at the Agronomy South Farm. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, n.5, p.245-247, May 1960.
- SCOTT, W.O.; ALDRICH, S.R. **Modern soybean production**. Cincinnati: The Farm Quarterly, 1970. 192p.
- SHAW, R.H.; LAING, D.R. Moisture stress and plant response. In: PIERRE, W.H.; KIRKHAM, D.; PESEK, J.; SHAW, R. (Eds.). **Plant environment and efficient water use**. Madison: American Society of Agronomy, 1965, p.73-92.
- SIONIT, N.; KRAMER, P.J. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, n.2, p.274-278, Mar./Apr. 1977.
- TORRES, E. **Efeito de época de semeadura, espaçamento entre fileiras e população de plantas sobre o rendimento de grãos e outras características agrônomicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em Londrina, PR**. Viçosa, MG: UFV, 1981. 107p. Dissertação de Mestrado.
- TORRIE, J.H.; BRIGGS, G.M. Effect of planting date on yield and other characteristics of soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v.47, n.5, p.210-212, May 1955.
- WEISS, M.G.; WEBER, C.R.; WILLIAMS, L.F.; PROBST, A.H. **Variability of agronomic and seed compositional characters in soybeans as influenced by variety and time of planting**. Washington, DC: USDA, 1950. 39p. (USDA. Technical Bulletin, 1017).
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. **Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores**, Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. 1986. 92p.