

# ESTUDO DA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DOS PERÍODOS SECOS E CHUVOSOS VISANDO A SEMEADURA DA SOJA NA REGIÃO DE BARREIRAS, BA

Marcos A. V. Silva<sup>1</sup>, Francisca Zenaide de Lima<sup>2</sup>  
Evandro C. de Oliveira<sup>3</sup> Thieres G. F. da Silva<sup>4</sup>,

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Assistente, Campus IX, UNEB, Doutorando em Met. Agrícola UFV, Viçosa-MG, Fone (0xx31) 3899 1901, maavsilva@uneb.br

<sup>2</sup> Meteorologista DSc., Pós-Doutoranda em Meteorologia Agrícola UFV, Viçosa-MG;

<sup>3</sup> Meteorologista MSc., Doutorando em Meteorologia Agrícola UFV, Viçosa-MG.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo MSc., Doutorando em Meteorologia Agrícola UFV, Viçosa-MG.;

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007  
– Aracaju – SE

**RESUMO:** O objetivo do presente estudo foi determinar as probabilidades de ocorrências de períodos secos e chuvosos para a região de Barreiras, BA, oeste baiano, utilizando uma série de 63 anos de dados diários de precipitação pluvial. Consideraram-se dias secos, aqueles que apresentaram precipitação inferior a evapotranspiração máxima da soja. O estudo foi realizado para a fase de floração e enchimento de grãos, a partir de sete datas de semeadura, DS (01/10, 16/10, 31/10, 15/11, 01/12, 16/12 e 31/12). As probabilidades de ocorrência dos períodos secos e chuvosos foram estimadas através da cadeia de Markov. A probabilidade de ocorrerem dias com déficit hídrico foi sempre superior a de dias chuvoso. As maiores probabilidades de ocorrerem dias secos foram observadas da DS 15/11 a DS 31/12. A maior probabilidade de ocorrência de dias chuvosos foi registrada na DS 01/10. Considerando o ciclo médio estudado (para a fase mais crítica da soja), a combinação de menor probabilidade de ocorrer dias secos com a maior probabilidade de ocorrer dias chuvosos, indica que as melhores datas para iniciar a semeadura de sequeiro seriam as DS 01/10 e 16/10.

**PALAVRAS-CHAVE:** cadeia de Markov, déficit hídrico, precipitação pluvial.

## STUDY OF PROBABILITY OF OCCURRENCE OF DRY AND RAINY SPELLS AIM AT THE SOWING FROM SOYBEAN ON REGION OF BARREIRAS, BA

**ABSTRACT:** The objective of this work was determine the probability of dry and rainy spell occurrence in Barreiras, BA, west of Bahia, using a 63 year-data historical series of rainfall daily. It was considered for dry days those that had presented lesser precipitation that the maximum evapotranspiration of the soybean. The current study was accomplished for the phase of bloom and filling of grains, from the seven dates of dates of sown DS (10/01, 10/16, 10/31, 11/15, 12/01, 12/16 e 12/31). The occurrence probabilities of sequence of dry and rainy days were estimated by means of Markov's chain. The probability of occurrence of dry days was always superior to the rainy days. The largest probabilities of dry days were observed from DS 11/15 on the DS 12/31. The largest probability of occurrence of rainy days was observed in the DS 10/01. In the cycle middle considered (for the phase more criticism from the soybean), the combination of lower probability dry days with the largest probabilities of occurrence of dry days rainy, indicates that the best dates for initiating the sown no-irrigated should be the DS 01/10 and 16/10.

**KEYWORDS:** Markov's chain, water deficit, rainfall.

**INTRODUÇÃO:** Na região de Barreiras, a cultura da soja ocupa posição de destaque na produção agrícola de sequeiro, onde ocupa 57% da área cultivada (AIBA, 2006). Essa região tem estação chuvosa de outubro a abril, com precipitação média anual de 1.211 mm. Contudo, apesar deste índice pluviométrico anual ser efetivo ao cultivo regular da soja, existe um risco climático que esta cultura está sujeita devido à irregularidade na distribuição de chuvas, traduzida por períodos de veranicos de diferentes durações. As perdas em produção podem variar com a intensidade e duração do estresse hídrico, sendo mais intensas quando ocorrem durante as fases mais críticas (floração e enchimento de grãos) (DOOREENBOS e KASSAM, 1994). Por isso, a previsão de ocorrência de períodos secos é fundamental, e torna-se um importante instrumento para se fazer o planejamento das datas de plantio, visando minimizar o risco para o produtor. Trabalhos foram conduzidos considerando as probabilidades de ocorrência de períodos secos através da cadeia de Markov admitindo-se a hipótese da persistência em 1ª ordem, isto é, que o evento do dia atual depende unicamente do evento do dia anterior. Tal proposição apresentou resultados satisfatórios (GENOVEZ, 1987, SILVA et al., 1997; FIETZ et al., 1998, ANDRADE JÚNIOR et al., 2001). Por outro lado, alguns modelos que se baseiam na hipótese de que a precipitação diária seja um processo aleatório independente, não apresentam bom desempenho (GENOVEZ, 1987). Tendo em vista a importância da verificação da ocorrência de déficit hídrico em regiões agrícolas, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de estudar a probabilidade ocorrência de dias secos e chuvosos na fase crítica da cultura da soja.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo probabilístico foi realizado utilizando uma série de 63 anos de dados diários de precipitação da Estação de Barreiras-BA (Lat, 11° 09', Long 45° 00' e Alt 444 m) compreendo o período de 1937 a 2002, obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas da ANA (Agência Nacional da Águas), com nível de consistência = 2 (consistido). Na definição de ocorrências de chuva consideraram-se apenas as precipitações superiores ou iguais a Evapotranspiração diária da cultura da soja (ETs), para as condições edafoclimáticas semelhantes ao cerrado baiano (TABELA 1). Assim, um dia foi considerado seco (com déficit hídrico) quando a precipitação foi menor ou igual a ETs, e chuvoso, caso contrário. Na representação da precipitação, foi considerado o número de seqüências de dias com e sem chuva dentro do subperíodo FIII, para sete diferentes datas de semeadura DS (01/10, 16/10, 31/10, 15/11, 01/12, 16/12 e 31/12). Para representar os cultivares de soja foi escolhido um cultivar hipotético com ciclo de 130 dias (médio), levando-se em conta os mais cultivados na região agrícola do município (BRUGNERA et al., 2006).

Tabela 1. Exigência hídrica da soja em função do estágio de desenvolvimento

Subperíodos		Duração (dias)	Evapotranspiração diária (mm)
FI	Semeadura até a Emergência	20	2,2
FII	Emergência até o Início do Florescimento	30	4,1
FIII	<b>Início do Florescimento até o Surgimento das vagens</b>	<b>60</b>	<b>7,4</b>
	<b>Surgimento das vagens até 50% de folhas amarelas</b>		<b>6,6</b>
FIV	50% de folhas amarelas até a Maturação	20	3,7

Fonte: FUNDAÇÃO MT, 2004.

Para a estimativa da probabilidade de ocorrência de períodos secos P(S) e chuvosos P(C) utilizou-se o processo baseado na cadeia de Markov, as quais foram estimadas através das seguintes equações:

$$P(S) = \frac{\sum DS}{\sum (DS + DC)} \quad (1)$$

$$P(C) = 1 - P(S) \quad (2)$$

em que: DS= dia seco; DC = dia chuvoso. O cálculo das probabilidades condicionais foi efetuado por meio das equações propostas por FIETZ et al. (1998) e ANDRADE JÚNIOR et al. (2001):

$$P(S|S) = \frac{\sum DSS}{\sum DS} \quad (3)$$

$$P(C|S) = 1 - P(S|S) \quad (4)$$

$$P(C|C) = \frac{\sum DCC}{\sum DC} \quad (5)$$

$$P(S|C) = 1 - P(C|C) \quad (6)$$

em que: DSS = dia seco precedido de dia seco; DCC = dia chuvoso precedido de dia chuvoso; P(S|S) probabilidade de ocorrência de um dia seco, sendo o dia anterior seco; P(C|S)= probabilidade de ocorrência de um dia chuvoso, sendo o anterior seco; P(S|C) = probabilidade de ocorrência de um dia seco, sendo o anterior chuvoso; e P(C|C) = probabilidade de ocorrência de um dia chuvoso, sendo o anterior chuvoso. A probabilidade de ocorrência de dias consecutivos secos, P(S, n), ou chuvosos, P(C,n), foram calculados pelas expressões (VIANA et al., 2002):

$$P(S, n) = P(S) \times P(S|S)^{n-1} \quad (7)$$

$$P(C, n) = P(C) \times P(C|C)^{n-1} \quad (8)$$

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 2 observa-se que a probabilidade de ocorrência de períodos secos, para todas as DS esteve acima de 0,75, com uma variação de nove por cento entre elas. A menor probabilidade foi verificada na DS 01/10, na qual a proporção entre dias chuvosos e secos foi de 3 para 5. A mesma proporção foi encontrada por SILVA et al. (1997) quando estudou os veranicos para o semestre chuvoso no cerrado baiano. Nas sementeiras a serem efetuadas entre 15/11 e 31/12, nas quais o volume médio precipitado na FIII atinge valores abaixo de 300 mm, espera-se que oito em cada dez dias apresentem déficit hídrico. A maior probabilidade de ocorrer dias chuvosos foi observada na DS 01/10 com 23,5%. Registrou-se nessa mesma DS aproximadamente 50% de probabilidade de ocorrer dois dias consecutivos de chuva, e conseqüentemente, a mesma probabilidade de que haja um dia seco precedido de um dia chuvoso. Verifica-se então, um equilíbrio hídrico climático, dentro do período FIII.

Tabela 2. Data de Sementeira (DS), precipitação total média na Fase III e probabilidades de ocorrências de períodos secos (PS), períodos chuvosos (C) e sua probabilidades condicionais

DS	FIII	Total Médio	P(S)	P(C)	P(S S)	P(C S)	P(C C)	P(S C)
01/10	20/11-18/01	366,44	0,7652	0,2348	0,6775	0,3225	0,4969	0,5031
16/10	05/12-02/02	341,21	0,7740	0,2260	0,8424	0,1576	0,4584	0,5416
31/15	20/12-17/02	320,04	0,7889	0,2111	0,8493	0,1507	0,4333	0,5667
15/11	04/01-04/03	299,59	0,8111	0,1889	0,8543	0,1457	0,3738	0,6262
01/12	20/01-20/03	298,28	0,8093	0,1907	0,8528	0,1472	0,3732	0,6268
16/12	04/02-04/04	262,93	0,8260	0,1740	0,8594	0,1406	0,3309	0,6691
31/12	19/02-19/04	229,92	0,8417	0,1583	0,8683	0,1317	0,2976	0,7024

A probabilidade de ocorrência de um dia seco sendo o anterior seco, foi  $P(S|S) = 0,70$  na DS 01/10. Para a DS 31/12 a  $P(S|S)$  aumentou para 0,86. Nessa época, o risco climático e a perda de produção se tornariam iminentes, uma vez que haveria uma redução da precipitação média total de 37 % (137 mm) e 23% (70 mm), em relação aos plantios nas DS 01/10 e 15/11, respectivamente. Esses volumes pluviométricos são de fundamental importância para a Fase III, pois a cultura da soja, em média, consome 339 mm (Tabela 2).

Na análise de períodos secos consecutivos, as maiores probabilidades de ocorrências de uma seqüência de cinco dias secos foram encontradas entre as DS 31/10 e 31/12, com probabilidades acima de 40% (Tabela 3). Destaca-se a DS 31/12, com  $P(S,5) = 0,4784$ , onde espera-se que um em cada dois anos não ocorram chuvas acima da ETs por cinco dias consecutivos. Nessa mesma DS, pode-se também prever um risco climático para um período seco de dez dias seguidos, com  $P(S,10) = 0,23$ , ou seja, a ocorrência desse caso extremo será de um em cada quatro anos. O tempo de retorno aumenta para mais de 40 anos na DS 01/10. As probabilidades de chover uma seqüência de dez dias consecutivos foram desprezíveis, com  $P(C,10) \leq 0,0004$ , para as DS estudadas.

Tabela 3. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvoso para 5 e 10 consecutivos

DS	FIII <sup>2</sup>	P(S,5)	P(S,10)	P(C,5)	P(C,10)
01/10	20/11-18/01	0,1612	0,0230	0,0143	0,0004
16/10	05/12-02/02	0,3898	0,1654	0,0100	0,0002
31/10	20/12-17/02	0,4105	0,1814	0,0074	0,0001
15/11	04/01-04/03	0,4319	0,1965	0,0037	0,0000
01/12	20/01-20/03	0,4280	0,1930	0,0037	0,0000
16/12	04/02-04/04	0,4506	0,2113	0,0021	0,0000
31/12	19/02-19/04	0,4784	0,2361	0,0012	0,0000

**CONCLUSÕES:** Considerando o ciclo médio estudado (para a fase crítica da soja), a probabilidade de ocorrerem dias com déficit hídrico foi sempre superior a de dias chuvoso. As maiores probabilidades de ocorrerem dias secos foram observadas da DS 15/11 a DS 31/12. A maior probabilidade de ocorrência de dias chuvosos foi registrada na DS 01/10. Para a fase mais crítica da soja, a combinação de menor probabilidade de ocorrer dias secos com a maior probabilidade de ocorrer dias chuvosos, indica que as melhores datas para iniciar a semeadura da soja de sequeiro seriam as DS 01/10 e 16/10.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIBA - Associação de Agricultores e Irrigantes. **Anuário Região Oeste da Bahia – Safra 2005/2006**. 18p. 2006.

ANDRADE Júnior, A. S.; FRIZZONE, J. A.; SENTELHAS, P. C. Simulação de precipitação diária para Parnaíba e Teresina, PI, em planilha eletrônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.271-278. 2001.

BRUGNERA, A.; LOPES, P. V.; PORAZZI, L. A.; OLIVEIRA, E. R. de. **Competição de cultivares de soja avaliados em diferentes regiões do cerrado, safra 2005/2006**. Fundação BA (Comunicado Técnico – Soja), 7p. 2006.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33), p.3-101. 1994.

FIETZ, C. R.; URCHEI, M. A.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS. **Irriga**, Botucatu, v.3, n.1, p.16-22, 1998.

FUNDAÇÃO MT. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso. **Boletim técnico de soja 2004**. Rondonópolis: Fundação MT, 2004. 28p

GENOVEZ, A. M. **Avaliação e regularização de vazões em pequenas bacias com dados esparsos**. São Carlos: EESC/USP (Tese de Doutorado), 1987. 168p.

SILVA, M. A. V.; PINTO, J. M. ; ALMEIDA JÚNIOR, J. C. de; SILVA, I. O.; SOARES NETO, J. P. Estudos dos períodos secos dentro do semestre chuvoso para o cerrado baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba, **Anais ...**, Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ESALQ, 1997. p.131-133.

VIANA, T. V. de; AZEVEDO, B. M. de; BOMFIM, G. V. do; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos em Pentecostes, CE. **Irriga**, Botucatu, v.7, n.3, p.226-229, 2002.