



APLICAÇÃO DA AGROCLIMATOLOGIA VISANDO MANEJO DA SEMEADURA DO FEIJOEIRO NA REGIÃO DE BARREIRAS, BA, CERRADO BAIANO

Marcos Antonio Vanderlei Silva¹, Williams Pinto Marques Ferreira², Vanda Maria Sales de Andrade³, José Maria Nogueira da Costa⁴ (¹Prof. MSc. UNEB, Doutorando em Met. Agrícola-UFV, Viçosa – MG, email: maavsilva@uneb.br. ²Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, email: williams@cnpms.embrapa.br. ³Doutorando em Met. Agrícola-UFV, Viçosa – MG; email: vanda007@yahoo.com. ⁴Prof. PhD, UFV, Viçosa – MG, email: jmncosta@ufv.br.)

Termos para indexação: cadeia de *Markov*, déficit hídrico, precipitação pluvial, dias secos

Introdução

Na região de Barreiras, cerrado baiano, a cultura do feijoeiro chegou a contribuir com mais de R\$ 10 milhões do valor bruto de produção na matriz produtiva da agricultura de sequeiro (AIBA, 2007). Região com estação chuvosa de outubro a abril, e precipitação média anual de 1.211 mm, que favorece ao cultivo do feijoeiro do tipo *Phaseolus*, em Barreiras existe um risco climático a que a cultura do feijão está sujeita devido à irregularidade na distribuição de chuvas, traduzida por períodos de veranicos de diferentes durações. As perdas em produção em uma cultura agrícola podem variar com a intensidade e duração do estresse hídrico, sendo mais intensas quando ocorrem durante as fases mais críticas (floração e enchimento dos grãos) (Doorenbos e Kassam, 1994). Neste sentido, Soares e Silva (2007) consideraram o período crítico do feijoeiro começando 15 dias antes da floração, período no qual se a cultura for exposta ao déficit hídrico estará sujeita a queda no rendimento, devido à redução do número de vagens por planta, porém a planta é mais suscetível à falta de água durante a floração e o estado inicial de formação das vagens.

A escolha da época de semeadura é uma forma de selecionar períodos em que as condições climáticas dominantes indicam disponibilidade de água para os períodos críticos da cultura. A definição das melhores épocas de semeadura pode ser obtida utilizando técnicas convencionais de experimentação, nas quais se faz a semeadura da cultura em diferentes datas, avaliando-se suas características biométricas e a produtividade alcançada (Marin et al., 2006). No entanto, para a realização de tais pesquisas, além da grande demanda de tempo para sua execução, o custo envolvido é relativamente elevado. Com o uso da climatologia probabilística, problemas dessa

ordem podem ser contornados, já que a previsão de ocorrência de períodos secos é fundamental para planejamento das melhores datas de semeadura, visando à redução do risco para o produtor.

Alguns estudos já foram conduzidos considerando as probabilidades de ocorrência de períodos secos através da cadeia de *Markov*, admitindo-se a hipótese da persistência em primeira ordem, isto é, que o evento do dia atual depende unicamente do evento do dia anterior. Tal proposição apresentou resultados satisfatórios (Genovez, 1987, Fietz et al., 1998, Andrade Júnior et al., 2001). Por outro lado, alguns métodos baseados na hipótese de que a precipitação diária é um processo aleatório independente, não apresentaram bom desempenho (Genovez, 1987). Devido à importância da verificação da ocorrência de déficit hídrico em regiões agrícolas, o presente trabalho foi desenvolvido objetivando o estudo da probabilidade de ocorrência de dias secos e chuvosos na fase crítica do feijoeiro para Barreiras, BA, visando determinar datas de semeadura.

Material e Métodos

A análise probabilística foi realizada com base em 66 anos de dados diários de precipitação da Estação de Barreiras-BA (11° 09' S, 45° 00' W 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 do feijoeiro, $ET_{\text{FEIJÃO}}$. A $ET_{\text{FEIJÃO}}$ foi calculada relacionando a evapotranspiração de referência (ET_o) com um coeficiente da cultura (K_c), de acordo com a equação a seguir:

$$ET_{\text{FEIJÃO}_i} = ET_{o_i} \cdot K_{c_i} \quad (\text{eq.1})$$

em que ET_{o_i} = evapotranspiração de referência para o sub-período i (mm); K_{c_i} = coeficiente de cultura para o sub-período i (adimensional). A ET_{o_i} foi determinada pelo método proposto por Thornthwaite e Matter. O K_c foi ajustado por uma equação cúbica relacionada com o ciclo da cultura, com o intuito de estimar os valores diários de K_c em função dos dias após o plantio, expressando, assim, a variação da evapotranspiração com as fases da cultura. Os valores de K_c foram calculados pela equação abaixo:

$$K_c = 0,3767881 - 0,007656925x + 0,001092654x^2 - 0,00001149728x^3 \quad (\text{eq.2})$$

em que: x = dias após o plantio.



O dia foi considerado seco (com déficit hídrico) quando a precipitação foi menor ou igual a $ET_{FEIJÃO}$, e chuvoso, caso contrário. Na análise da precipitação foi considerado o número de seqüências de dias, com e sem chuva, dentro da fase crítica, FS (subperíodo FIII mais os 15 dias que antecedem esse subperíodo), 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 feijão foi escolhido um cultivar hipotético com ciclo de 88 dias (médio), levando-se em conta os mais plantados na região agrícola do município (Tabela 1).

Tabela 1: Duração dos sub-períodos no ciclo fenológico da cultura do feijão (cultivar hipotético)

Fases dos Subperíodos		Duração (dias)
FI	Semeadura até a Emergência com 20 % de cobertura do solo	15
FII	Desde 20 % de cobertura do solo até o Início do florescimento com IAF máximo	25
FIII	Início do florescimento até enchimento de grãos Final da formação das vagens até início da maturação	32
FIV	Início da maturação até maturação final	16

Fonte: Adaptado de Allen et al. (1998).

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*, por meio das seguintes equações:

$$P(S) = \frac{\sum DSe}{\sum (DSe + DC)} \quad (\text{eq. 3}) \quad P(C) = 1 - P(S) \quad (\text{eq. 4})$$

em que: DSe= 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):

$$P(S|S) = \frac{\sum DSS}{\sum DSe} \quad (\text{eq. 5}) \quad P(C|S) = 1 - P(S|S) \quad (\text{eq. 6})$$

$$P(C|C) = \frac{\sum DCC}{\sum DC} \quad (\text{eq. 7}) \quad P(S|C) = 1 - P(C|C) \quad (\text{eq. 8})$$

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, precedido de dia seco; $P(C|S)$ = probabilidade de ocorrência de um dia chuvoso, precedido de dia seco; $P(S|C)$ = probabilidade de ocorrência de um



dia seco, precedido de dia chuvoso; e $P(C|C)$ = probabilidade de ocorrência de um dia chuvoso, precedido de dia chuvoso. As probabilidades de ocorrência de dias consecutivos secos, $P(S, n)$, ou chuvosos, $P(C, n)$, foram calculadas pelas expressões (Viana et al., 2002):

$$P(S, n) = P(S) \times P(S|S)^{n-1} \quad (\text{eq. 9}) \quad P(C, n) = P(C) \times P(C|C)^{n-1} \quad (\text{eq. 10})$$

Resultados e Discussão

As probabilidades de ocorrência de períodos secos nas DS entre 01/10 e 01/11 foram inferiores a 0,60, com uma variação de amplitude em torno de menos de quatro cento entre elas. A menor probabilidade foi verificada na DS 16/10, na qual a proporção entre dias chuvosos e secos foi de 5 para 7. Nas semeaduras a serem efetuadas entre 16/10 e 15/11, nas quais o volume médio precipitado na FS atinge valores abaixo de 250 mm, espera-se, aproximadamente, que seis, em cada dez dias, apresentem déficit hídrico (Tabela 2 e Figura 1). A maior probabilidade de ocorrer dias chuvosos foi observada na DS 16/10 com 42,65 %, registrando aproximadamente 55% de probabilidade de ocorrer dois dias consecutivos de chuva. Apesar de a DS 01/10 se encontrar no início da estação chuvosa regional, foi observada a maior probabilidade de ocorrer dias secos (59,82%), e probabilidade de ocorrência de dias chuvosos (40,18 %), valores equivalentes aos das DS do final do trimestre (01/12, 16/12 e 31/12). Esse fato por ser explicado pela associação do menor volume médio precipitado com a alta demanda evapotranspirativa, a qual determina o dia seco. Quanto a esse aspecto, ressalta-se que além da DS 01/10, as compreendidas entre 01/12 e 31/12 também possuem totais médios pluviométricos inferiores a necessidade hídrica do feijoeiro (Figura 1).

Tabela 2: Data de Semeadura (DS), precipitação total média na Fase Crítica (FS) e probabilidades de ocorrências de períodos secos (PS), períodos chuvosos (C) e suas probabilidades condicionais

DS	FS	P(S)	P(C)	P(S/S)	P(C/S)	P(C/C)	P(S/C)
01/10	26/10-11/12	0.5982	0.4018	0.8732	0.1268	0.4765	0.5235
16/10	10/11-26/12	0.5735	0.4265	0.8762	0.1238	0.5512	0.4488
31/10	26/11-11/01	0.5846	0.4154	0.8852	0.1148	0.5430	0.4570
15/11	10/12-25/01	0.5876	0.4124	0.8890	0.1110	0.5455	0.4545
01/12	26/12-10/02	0.6081	0.3919	0.8943	0.1057	0.4955	0.5045
16/12	10/01-25/02	0.6189	0.3811	0.8882	0.1118	0.4347	0.5653
31/12	25/01-12/03	0.6169	0.3831	0.8860	0.1140	0.4368	0.5632

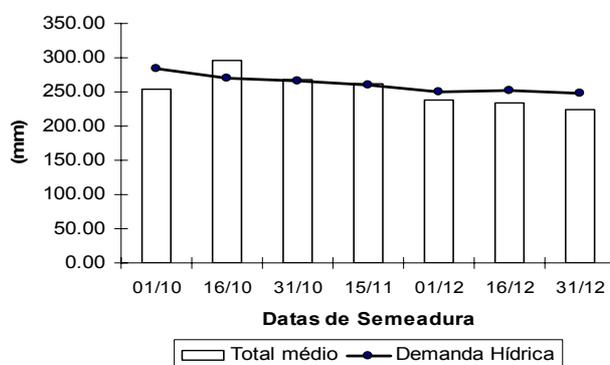


Figura 1. Total médio de chuva e demanda evapotranspirativa do feijão na Fase Crítica.

Em termos de períodos secos consecutivos, as maiores probabilidades de ocorrências de uma seqüência de cinco dias secos foram encontradas entres as DS 01/12 e 31/12, com probabilidades acima de 38% (Tabela 3). Destaca-se a DS 01/12 com $P(S,5) = 0,3889$ em que espera-se que um em cada dois anos não ocorram chuvas acima da $ET_{\text{FEIJÃO}}$ por cinco dia consecutivos. Pode-se também prever um risco climático de um período seco de dez dias seguidos com $P(S,10) = 0,2224$ para a DS 01/12 e $P(S,10) = 0,2129$ para 16/12. O tempo de retorno de ocorrência, desse caso extremo, seria de um em cada quatro ou cinco anos. As probabilidades de chover uma seqüência de dez dias consecutivos foram desprezíveis, com $P(C,10) \leq 0,002$ (0,2%), para as DS estabelecidas neste estudo.

Tabela 3: Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos para 5 e 10 consecutivos

DS	FS	P(S,5)	P(S,10)	P(C,5)	P(C,10)
01/10	26/10-11/12	0.3479	0.1766	0.0207	0.0005
16/10	10/11-26/12	0.3380	0.1746	0.0394	0.0020
31/10	26/11-11/01	0.3589	0.1950	0.0361	0.0017
15/11	10/12-25/01	0.3670	0.2037	0.0365	0.0018
01/12	26/12-10/02	0.3889	0.2224	0.0236	0.0007
16/12	10/01-25/02	0.3852	0.2129	0.0136	0.0002
31/12	25/01-12/03	0.3802	0.2076	0.0139	0.0002

Conclusão

Considerando o ciclo médio estudado, para a fase crítica do feijoeiro, a probabilidade de ocorrerem dias com déficit hídrico foi sempre superior a de dias chuvoso. As maiores



probabilidades de ocorrerem dias secos foram observadas nas DS do mês dezembro. A maior probabilidade de ocorrência de dias chuvosos foi registrada na segunda quinzena de outubro. A combinação da menor probabilidade de ocorrer dias secos com a maior probabilidade de ocorrer dias chuvosos, indica que as melhores épocas para iniciar a semeadura do feijão de sequeiro seria o período compreendido entre DS 16/10 e 15/11, o qual apresenta menor risco climático.

Referências bibliográficas

- AIBA - Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia. **Agronegócio: Principais Safras – Safra 2006/2007**. Informativo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.aiba.org.br/index.php?id=dadossafras>. Acesso em: 05/04/2008.
- 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.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56). 1998, 297p
- 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.
- 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.
- GENOVEZ, A. M. **Avaliação e regularização de vazões em pequenas bacias com dados esparsos**. São Carlos: EESC/USP (Tese de Doutorado), 1987. 168p.
- MARIN, F.R.; PANDORFI, H.; SENTELHAS, P. C.; CAMARGO, M.B.P. de; HERNANDEZ, F.B.T. Perda de produtividade potencial da cultura do sorgo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p.157-162, 2006
- SOARES, E. G. da S.; SILVA, S. C. da. Zoneamento de Risco Climático para a cultura do Feijoeiro no Estado da Paraíba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis, **Anais**., Florianópolis: INPE, 2007. p. 423-429
- 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.