

## SEMEADURA DO MILHO PARA A REGIÃO DE BARREIRAS, BA, BASEADA NA PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PERÍODOS SECOS E CHUVOSOS

Marcos Antonio Vanderlei Silva<sup>1</sup>, José Maria Nogueira da Costa<sup>2</sup>, Vanda Maria Sales de Andrade<sup>3</sup>, Williams Pinto Marques Ferreira<sup>4</sup>, Evandro Chaves de Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Prof. MSc. UNEB, Doutorando em Met. Agrícola-UFV, Viçosa – MG, email: [maavsilva@uneb.br](mailto:maavsilva@uneb.br). <sup>2</sup>Prof. PhD, UFRV, Viçosa – MG, email: [jmncosta@ufv.br](mailto:jmncosta@ufv.br). <sup>3</sup>Meteorologista MSc., Doutorando em Met. Agrícola-UFV, Viçosa – MG; Email: [vanda007@yahoo.com](mailto:vanda007@yahoo.com). <sup>4</sup>Meteorologista, Pesquisador III, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, email: [williams@cnpms.embrapa.br](mailto:williams@cnpms.embrapa.br). <sup>5</sup>Meteorologista MSc., Doutorando em Met. Agrícola-UFV, Viçosa – MG, email: [echoliveira@yahoo.com.br](mailto:echoliveira@yahoo.com.br)

**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 demanda evapotranspirativa do milho,  $ET_{\text{milho}}$ . 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 do milho), 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.

**ABSTRACT:** SOWING OF CORN ON BARREIRAS REGION, BA, BASED ON THE PROBABILITY OF OCCURRENCE OF DRY AND RAINY SPELLS.

The objective of this work was to determine the probability of dry and rainy spell occurrence in Barreiras, BA, west of Bahia, using a 63 - year data historical series of daily rainfall. It was considered dry days those that presented less precipitation than the evapotranspiration demand of the corn,  $ET_{\text{maize}}$ . The current study was accomplished for the phase of bloom and filling of grains, from the seven 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 medium cycle considered (for the more critical phase of maize) 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 non-irrigated sown should be the DS 01/10 and 16/10.

**Palavras-Chaves:** cadeia de *Markov*, déficit hídrico, precipitação pluvial, *Markov's* chain, water deficit, rainfall.

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo SANS e SANTANA (2002) o milho, por razões principalmente econômicas, é plantado, na maioria das áreas, no período chuvoso, ou seja, é uma cultura típica de sequeiro. Portanto, conhecer o número de dias secos consecutivos é de muita importância na determinação da época de plantio. Dias secos são considerados como sendo aqueles em que a precipitação é inferior a 5 mm. A literatura tem mostrado que as máximas produtividades ocorrem quando o consumo de água durante todo o ciclo está entre 500 e 800 mm e que a cultura exige um mínimo de 350-500 mm para que produza sem necessidade de irrigação. Na cultura do milho, em condições de clima quente e seco, o consumo de água raramente excede 3 mm/dia, quando a planta apresenta em torno de 30 cm de altura e, no período que vai da iniciação floral à maturação, pode atingir valores de 5 a 7 mm/dia. Na região de Barreiras, a cultura do milho tem posição de destaque, na matriz produtiva da agricultura de sequeiro, onde contribui com 25% da produção agrícola de grãos na safra agrícola 2006/2007 (AIBA, 2007).

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 do milho, 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 do milho.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A análise probabilística foi realizada 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 de 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 milho,  $ET_{\text{milho}}$ , (TABELA 1). Assim, um dia foi considerado seco (com déficit hídrico) quando a precipitação foi menor ou igual a  $ET_{\text{milho}}$ , 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 milho foi escolhido um cultivar hipotético com ciclo de 130 dias (médio), levando-se em conta os mais plantados na região agrícola do município (BRUGNERA *et al.*, 2006).

Fases dos Subperíodos		Duração (dias)	Evapotranspiração diária (mm)
FI	Semeadura até a Emergência com 20 % de cobertura do solo	20	3,50
FII	Desde 20 % de cobertura do solo até o Início do Florescimento com IAF máximo	35	4,28
FIII	Início do Florescimento até formação de grãos		
	Final da Formação de espigas até início da maturação	40	5,37
FIV	Início da maturação até maturação final	25	3,40

Tabela 1: Demanda evapotranspirativa por fase do ciclo fenológico. Fonte: ALBUQUERQUE e RESENDE (2002) adaptado de ALLEN *et al.* (1998) e BRUNINI *et al.* (2006).

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, 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. As probabilidades de ocorrência de dias consecutivos secos, P(S, n), ou chuvosos, P(C,n), foram calculadas pelas expressões (VIANA et al., 2002):

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

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

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A probabilidade de ocorrência de períodos secos, para a maioria das DS (exceto 01/10) esteve acima de 0,75, com uma variação de amplitude em torno de dez por cento entre elas (Tabela 2). 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 215 mm, espera-se, aproximadamente, que oito, em cada dez dias, apresentem déficit hídrico. A maior probabilidade de ocorrer dias chuvosos foi observada na DS 01/10 com 27,4%. 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.

DS	Subperíodo FIII	Total médio	P(S)	P(C)	P(S/S)	P(C/S)	P(C/C)	P(S/C)
01/10	25/11-03/01	259,44	0.7258	0.2742	0.8127	0.1873	0.5070	0.4930
16/10	10/12-18/01	228,64	0.7530	0.2470	0.8312	0.1688	0.4862	0.5138
31/10	25/12-02/02	288,97	0.7701	0.2299	0.8404	0.1596	0.4610	0.5390
15/11	09/01-17/02	211,51	0.7867	0.2133	0.8434	0.1566	0.4212	0.5788
01/12	25/01-04/03	194,10	0.7712	0.2288	0.8373	0.1627	0.3806	0.6194
16/12	09/02-19/03	183,57	0.7746	0.2254	0.8387	0.1613	0.3725	0.6275
31/12	24/02-04/04	163,98	0.8064	0.1936	0.8492	0.1508	0.3718	0.6282

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

A probabilidade de ocorrência de um dia seco sendo o anterior seco, foi P(S|S) = 0,81 na DS 01/10. Para a DS 31/12 a P(S|S) aumentou para 0,85. Nessa época, o risco climático e a perda de produção se tornariam iminentes, pois observa-se uma redução da precipitação média total de 37 % (95,5 mm) e 22,5% (74,5 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 do milho, em média, apresenta uma demanda hídrica em torno de 215 mm (Tabela 1). Quanto a esse aspecto ressalta-se que as DS compreendidas entre 15/11 e 31/12 possuem totais médios pluviométricos inferiores a necessidade hídrica (Tabela 2).

Em termos de períodos secos consecutivos, as maiores probabilidades de ocorrências de uma seqüência de cinco dias secos foram encontradas entres as DS 31/10 e 31/12, com probabilidades num patamar de 40% (Tabela 3). Destacam-se a DS 15/12 com P(S,5)= 0,3980 e a DS 31/12, com P(S,5)= 0,4194, onde espera-se que um em cada dois anos não ocorram chuvas acima da ETmilho por cinco dias consecutivos. Pode-se também prever um risco climático para um período seco de dez dias seguidos com P(S,10)= 0,1698 para a DS 15/11 e P(S,10)= 0,1853 para 31/12. O tempo de retorno de ocorrência, desse

caso extremo, seria de um em cada cinco ou seis anos. As probabilidades de chover uma seqüência de dez dias consecutivos foram desprezíveis, com  $P(C,10) \leq 0,0006$ , para as DS estabelecidas neste estudo.

DS	Subperíodo		P(S,5)	P(S,10)	P(S,20)	P(C,5)	P(C,10)
	FIII						
01/10	25/11-03/01		0.3166	0.1122	0.0000	0.0181	0.0006
16/10	10/12-18/01		0.3594	0.1425	0.0000	0.0138	0.0004
31/10	25/12-02/02		0.3842	0.1611	0.0000	0.0104	0.0002
15/11	09/01-17/02		0.3980	0.1698	0.0000	0.0067	0.0001
01/12	25/01-04/03		0.3790	0.1559	0.0000	0.0048	0.0000
16/12	09/02-19/03		0.3832	0.1590	0.0000	0.0043	0.0000
31/12	24/02-04/04		0.4194	0.1853	0.0000	0.0037	0.0000

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

#### 4. CONCLUSÃO

Considerando o ciclo médio estudado, para a FIII do milho (início do florescimento até formação de grãos e final da formação de espigas até início da maturação), 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 31/10 a DS 31/12. A maior probabilidade de ocorrência de dias chuvosos foi registrada na DS 01/10. Para a fase mais crítica do milho, a combinação da menor probabilidade de ocorrer dias secos com a maior probabilidade de ocorrer dias chuvosos, indica que as melhores datas para iniciar a semeadura do milho de sequeiro seriam as DS 01/10 e 16/10.

#### 5. 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=dadossafra>. Acesso em: 05/04/2008.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; RESENDE, M. Cultivo do milho: manejo de irrigação. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 8p. (EMBRAPA-CNPMS. Comunicado Técnico, 47).

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.; SOUZA, J. M. de B.; OLIVEIRA, E. R. de. **Competição de híbridos de milho na região oeste da Bahia, safra 2005/2006**. Fundação BA (Comunicado Técnico – Soja), 7p. 2006.

BRUNINI, O.; ABRAMIDES, P.L.G.; BRUNINI, A.P.C.; CARVALHO, J.P.. Caracterizações macroclimáticas, agrometeorológicas e restrições ambientais para o cultivo de milho em regiões tropicais baixas. **InfoBibos**, Campinas, v.1, n.3, 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/ambientemilho/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/ambientemilho/index.htm). Acesso em: 09/04/2008.

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.

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.

SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. Cultivo do milho : clima e solo. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 4p. (EMBRAPA-CNPMS. Comunicado Técnico, 38).

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.