



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Época de semeadura do milho para a região de Colatina - ES, com base na probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos



Marcus André Braido Pinheiro¹; Ramon Amaro Sales²; Ana Paula Braido Pinheiro³; Jéssica Silva Ramos⁴; Evandro Chaves de Oliveira⁵; Marcos Antonio Vanderlei Silva⁶.

¹ Estudante, Agronomia, IFES – Campus Itapina, Fone: (27) 99942-8349, marcusdede@gmail.com

² Estudante, Agronomia, IFES – Campus Itapina, Colatina - ES

³ Estudante, Agronomia, IFES – Campus Itapina, Colatina - ES

⁴ Estudante, Licenciatura em Ciências Agrícolas, IFES – Campus Itapina, Colatina - ES

⁵ Meteorologista, Professor, IFES – Campus Itapina, Colatina - ES

⁶ Eng. Agrônomo, Professor, Depto. Agronomia, UNEB, Barreiras - BA

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi determinar as melhores épocas de semeadura do milho, com base nas probabilidades de ocorrências de períodos secos e chuvosos para a região de Colatina, ES, utilizando uma série de 13 anos de dados diários de precipitação pluvial. Foram considerados dias secos aqueles que apresentaram precipitação inferior à evapotranspiração do milho, ET_{milho} . O estudo foi realizado para as fases de floração e enchimento de grãos (Subperíodo FIII) a partir de sete datas de semeadura (DS): 01/10, 16/10, 31/10, 15/11, 01/12, 16/12 e 31/12. As chances de ocorrência dos períodos secos e chuvosos foram estimadas mediante o uso da cadeia de *Markov*. As maiores possibilidades de ocorrência de dias secos foram observadas entre as DS 01/12 e 31/12. A maior probabilidade de ocorrência de dias chuvosos foi registrada na DS 31/10. Considerando o ciclo médio estudado (para a fase mais crítica do milho), a combinação de menor chance de períodos secos com a de dias chuvosos indica que as melhores datas para iniciar a semeadura de sequeiro seriam as de DS 16/10 a 31/10.

PALAVRAS-CHAVE: Chuva, déficit hídrico, cadeia de *Markov*, fenologia.

Corn sowing time in Colatina region, Espírito Santo State, based on the probability of occurrence of dry and rainy spells.

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the best corn sowing dates, based on the probability of dry and wet periods occurrences in Colatina, Espírito Santo State, Brazil, using a series of 13 years of daily rainfall data. Dry days were considered as those that had precipitation below corn evapotranspiration, ET_{corn} . This study was carried out for the stages of flowering and grain filling (Sub period FIII), starting from seven seeding times (ST): 10/01, 10/16, 10/31, 11/15, 12/01, 12/16 e 12/31. The probabilities of occurring dry and rainy were estimated by the Markov's chain. The highest probability of dry days were found between ST 01/12 and ST 31/12. The highest probability of occurring rainy days was recorded at ST 31/10. Considering the studied average cycle (for the most critical stage of corn development), the combination of the lowest probability of dry spells with the highest probability of rainy days indicates that the best dates to initiate non-irrigated sowing should be ST 16/10 to 31/10.

KEYWORDS: Rain, water deficit, Markov chain, phenology.

O milho (*Zeamays*L.) representa um dos principais cereais cultivados em todo o mundo, fornecendo produtos largamente utilizados para a alimentação humana e animal e matérias-primas para a indústria, principalmente em função da quantidade e da natureza das reservas acumuladas nos grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

No Espírito Santo, a produção de milho está muito abaixo da necessidade do Estado. Conforme dados do levantamento da CONAB de abril de 2013, o Espírito Santo cultivou, na safra 2013/2014, uma área de 22,3 mil hectares de milho (*Zeamays* L.) com uma produção de 60,5 mil de toneladas. Por sua vez, a região de Colatina teve um rendimento médio da produção em grãos de 2.711 kg/ha, no ano de 2014 (SIDRA, 2015).

Com relação à sementeira de milho, vários riscos podem estar envolvidos, como semente de má qualidade, manejo inadequado de fertilizantes, equipamentos e, principalmente, falta de água. As perdas em produção por estresse hídrico podem variar com a intensidade e duração, sendo mais intensas quando ocorrem durante as fases de floração e enchimento de grãos, que são consideradas as mais críticas (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 conduzidos considerando as probabilidades de ocorrência de períodos secos através da cadeia de *Markov* admitiu-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).

Entretanto, devido à importância da verificação da ocorrência de déficit hídrico em regiões agrícolas, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar as melhores datas de sementeira para o milho, com base na probabilidade de ocorrência de dias secos e chuvosos na fase crítica da cultura para o município de Colatina - ES.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise probabilística foi realizada utilizando uma série de 13 anos de dados diários de precipitação pluvial da Estação do SANEAR - Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental, vinculada com o INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural, localizada no município de Colatina, estado do Espírito Santo (Lat. 19° 32' S; Lon. 40° 37' W e Alt. de 71m), compreendendo o período de 2000 a 2012.

Na definição de ocorrências de chuva foi considerada apenas as precipitações superiores ou iguais a Evapotranspiração diária da cultura do milho, ET, (Tabela 1). Assim, um dia foi considerado seco (com déficit hídrico) quando a precipitação for menor ou igual a ET, e chuvoso, caso contrário. Na representação da precipitação, foi considerado o número de sequências de dias com e sem chuva dentro do subperíodo FIII, para sete diferentes datas de sementeira DS (01/10, 16/10, 31/10, 15/11, 01/12, 16/12 e 31/12). Para representar os cultivares de milho será escolhido um cultivar hipotético com ciclo de 120 dias (médio), levando-se em conta os mais plantados na região agrícola do município (FERRÃO *et al.*, 1996).

Tabela 1. Demanda evapotranspirativa por fase fenológica da cultura do milho.

Fases dos subperíodos		Duração (dias)	Evapotranspiração diária (mm)
F I	Semeadura até a emergência com 20% de cobertura do solo	20	3,50
F II	Desde 20% de cobertura do solo até o início do florescimento com IAF máximo	35	4,28
F	Início do florescimento até a formação de grãos	40	5,37
III	Final da formação de espigas até o início da maturação		
F	Início da maturação até a maturação final	25	3,40
IV			

Fonte: Albuquerque & Resende (2002) e Bruninet al. (2006)

Para a estimativa da probabilidade de ocorrência de períodos secos P(S) e chuvosos P(C) será utilizado 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 será efetuado por meio das equações propostas por FIETZ et al. (1998) e ANDRADEJÚNIOR 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados As chances de ocorrência de períodos secos apresentados na Tabela 2 permitem identificar que entre 01/10 e 16/10, a probabilidade P(S) média foi abaixo de 80,0%, sendo que para a primeira data de semeadura (01/10) esse valor atingiu 74,87%, já para a época de semeadura correspondente ao dia 16/01 a probabilidade atingiu 78,85%. Entre 31/10 e 31/12, em que a probabilidade P(S) foi superior a 80%, com uma pequena variação entre a DS de aproximadamente 4,5%. Foi observado

também que as possibilidades de ocorrerem dias com déficit de chuva foram sempre superiores às de dias chuvosos.

A menor chance de dias secos foi verificada na DS01/10, na qual a probabilidade de ocorrência de dias chuvosos foi aproximadamente a três vezes maior que a ocorrência de dias secos. Silva *et al.* (2010) encontraram a proporção de 50% a mais quando estudaram os veranicos para o semestre chuvoso na região de Sete Lagoas, MG. Na Figura 1 observou-se que a sementeira em 31/12 apresentou o valor médio do total precipitado na Fase III foi de 197,44 mm. Portanto, espera-se, aproximadamente, que em 8,5 de cada 10 dias ($P(S) = 81,36\%$) o milho cultivado possa passar por déficit hídrico na fase de florescimento.

A maior probabilidade de ocorrer dias chuvosos foi observada na DS 01/10, alcançando um valor de 25,13%. Foi registrada nessa mesma DS 45% de chance de ocorrência de dois dias consecutivos de chuva e, probabilidade de 55,0% de ocorrer um dia seco precedido de um chuvoso (Tabela 2). A probabilidade de ocorrência de um dia seco sendo o anterior seco $P(S|S)$ foi aproximadamente 70% na DS 01/10, aumentando para aproximadamente 88% na DS 31/12. Como pode ser observado na Figura 1, neste período do ano, o risco climático é elevado, pois ocorre redução dos totais de precipitação em relação às sementeiras, em que na DS 01/10 a precipitação foi de 419,85 mm, e na DS 16/12 a chuva acumulada foi de apenas 197,44 mm. A chuva na Fase III é fundamental, pois a cultura do milho, em média, apresenta demanda hídrica em torno de 215 mm.

Segundo Carvalho *et al.* (2006), os valores de K_c para a cultura do milho foi encontrado na parte final de desenvolvimento da cultura, evidenciando o maior consumo de água pela cultura na ocasião do florescimento e enchimento de grãos, já que nessa fase, logo após a emissão da folha-bandeira, o índice de área foliar das plantas é máximo. Portanto nessa etapa fenológica, o milho é extremamente sensível ao déficit hídrico, em decorrência dos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos (Shussler & Westgate, 1991; Zinselmeier *et al.*, 1995), além da elevada transpiração, decorrente da máxima área foliar e da elevada carga energética proveniente da radiação solar (BERGAMASCHI, 2006). Dessa forma, ressalta-se que a DS 31/12 não possui quantidade total de precipitação pluvial (média) suficiente para suprir a necessidade hídrica (média) na Fase III de sequecimento hipotética.

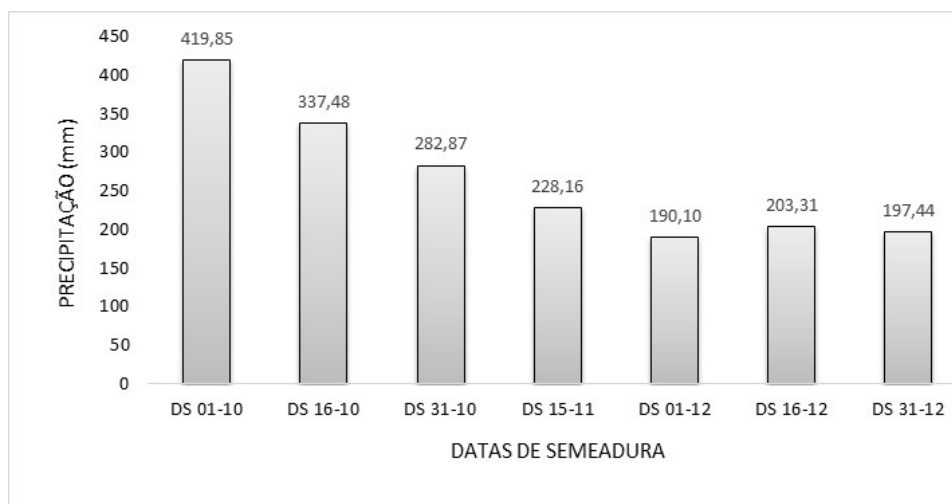


Figura 1 – Total médio de chuva na FIII para as respectivas datas de sementeira.

Tabela 2 - Data de sementeira (DS), probabilidades de ocorrências de períodos secos (S), períodos chuvosos (C) e probabilidades condicionais na Fase III.

DS	Período FIII	Total médio	P(S)	P(C)	P(S/S)	P(C/S)	P(C/C)	P(S/C)
01/out	20/11-18/01	419,85	74,87	25,13	69,48	30,52	44,98	55,02
16/out	05/12-02/02	337,48	78,85	21,15	84,48	15,52	41,67	58,33
31/out	20/12-17/02	282,87	82,05	17,95	87,50	12,50	42,86	57,14
15/nov	04/01-04/03	228,16	84,49	15,51	88,41	11,59	36,29	63,71
01/dez	20/01-20/03	190,10	86,54	13,46	89,64	10,36	33,65	66,35
16/dez	04/02-04/04	203,31	85,77	14,23	89,07	10,93	33,93	66,07
31/dez	19/02-19/04	197,44	85,77	14,23	88,32	11,68	29,46	70,54

CONCLUSÕES

Considerando o cultivar hipotético com ciclo médio de 120 dias para a FIII do milho, as probabilidades de ocorrerem dias com déficit de chuva foram sempre superiores às de dias chuvosos. As maiores chances de ocorrerem dias secos foram observadas na data de semeadura DS 01/12 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 chance de períodos secos com a de dias chuvosos indica que as melhores datas para iniciar a semeadura de sequeiro seriam as de DS 16/10 a 31/10.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration** - guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: 1992. 84p.
- SILVA, Marcos Antonio Vanderlei *et al.* **Época de semeadura do milho para a região de Sete Lagoas, MG, baseada na probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos**. Revista Ceres, v. 57, n. 4, p. 454-458, 2010.
- DE CARVALHO, Daniel F. et al. **Demanda hídrica do milho de cultivo de inverno no Estado do Rio de Janeiro**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 10, n. 1, p. 112-118, 2006.
- BERGAMASCHI, Homero et al. **Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.
- SCHUSSLER, R.J.; WESTGATE, M.E. **Maize kernel set at low potential. I. Sensitivity to reduced assimilates during early kernel growth**. Crop Science, v.31, p.1189-1195, 1991.
- ZINSELMEIER, C.; WESTGATE, M.E.; JONES, R.J. **Kernel set at low water potential does not vary with source sink/ratio in maize**. Crop Science, v.35, p.158-164, 1995.
- ANDRADE JÚNIOR, Aderson S. de; FRIZZONE, José A.; SENTELHAS, Paulo C. **Simulação da precipitação diária para Parnaíba e Teresina, PI, em planilha eletrônica**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, n. 2, p. 271-278, 2001.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



FIETZ, C. R. et al. **Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS.** Irriga, v. 3, n. 1, p. 16-22, 1998.

FERRAO, R.G.; GALVEAS, P.A.O.; SANTOS, J.A.C; FERRAO, M.A.G.; GAMA, E.E.G.; DESSAUNE FILHO, N. **Cultivares de milho para o Estado do Espírito Santo.** Edição: 1996. Revista Ceres, Viçosa, v. 43, n. 246, p. 186-199, 1996

Fancelli AL & Dourado Neto D (2000) **Produção de milho.** Guaíba, Agropecuária. 360p.

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.

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