

PRODUTIVIDADE DE MILHO, PRECIPITAÇÃO E OCORRÊNCIA DE ENOS NA REGIÃO DO MÉDIO PARANAPANEMA, SP, BRASIL

ANGÉLICA PRELA-PANTANO¹, AILDSON PEREIRA DUARTE¹,
DANIELA FERNANDA DA SILVA¹, GLAUCO DE SOUZA ROLIM² e DENISE VIANI CASER³

¹APTA/Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP, Brasil, angelica@iac.sp.gov.br, aildson@apta.sp.gov.br, silva.danielaf@gmail.com

²Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP, Brasil, glaucorolim@gmail.com

³Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, SP, Brasil, caser@iea.sp.gov.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.2, p. 146-157, 2011

RESUMO - O objetivo do estudo foi verificar as relações entre a ocorrência dos fenômenos ENOS (El Niño/La Niña) na precipitação e na variabilidade da produtividade na região do Médio Paranapanema, SP, Brasil. Os dados de produtividade foram obtidos junto ao Instituto de Economia Agrícola do estado de São Paulo (IEA) e os dados meteorológicos junto ao Departamento de Ecofisiologia e Biofísica do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Foram utilizados dados de 30 anos (1976 a 2007) de produtividade de milho de safra de verão, precipitação decenal e ocorrência de fenômenos ENOS. A tendência tecnológica da série da região foi eliminada de acordo com o modelo de Cunha et al. (2001). Como resultado, verificou-se que existe forte correlação entre a produtividade e a precipitação. No entanto, não se encontrou relação entre a precipitação e a ocorrência de ENOS.

Palavras-chave: El Niño, La Niña, precipitação, produtividade, *Zea mays* L.

PRODUCTIVITY OF MAIZE, AND OCCURRENCE OF ENSO PRECIPITATION IN THE REGION OF THE MIDDLE PARANAPANEMA, SP, BRAZIL

ABSTRACT - The aim of this study was to verify the relationship between the occurrence of ENSO phenomena (El Niño/ La Niña), rain and yield variability in the Middle Paranapanema Region, SP, Brazil. The yield data were obtained from the Agricultural Economy Institute (IEA) and the meteorological data from the Department of Eco physiology and Biophysics of the Campinas Agronomic Institute (IAC). Data from 30 years (1976 to 2007) of summer maize yield, ten-day rainfall and the occurrence of ENSO phenomena were used/considered. The technological trend of the series in the region was disposed of in accordance with the model of Cunha et al. (2001). A strong correlation between yield and rain was observed. However we did not find a relationship between rainfall and the occurrence of ENSO in the Middle Paranapanema Region.

Key words: El Niño, La Niña, rainfall, productivity, *Zea mays* L.

A área cultivada com milho na região do Médio Paranapanema, SP, Brasil, foi em torno de 12.000 hectares na safra de 2008 (São Paulo, 2008). Nessa região, predomina o milho safrinha, mas o milho verão é importante para a rotação de culturas com a soja. A produtividade média é relativamente baixa (6,2 t.ha⁻¹), devido, principalmente, à variabilidade climática (Duarte, 2007). A semeadura ocorre principalmente no mês de outubro, estendendo-se, em alguns anos, até o início de novembro, em conformidade com o zoneamento agrícola para o cultivo de milho no estado de São Paulo (Camargo, 1974), com a colheita concentrando-se no mês de fevereiro.

Embora temperaturas médias diárias por volta de 26 °C sejam consideradas ideais para o desenvolvimento do milho, são os valores e a duração das temperaturas mínimas noturnas e máximas diurnas que afetam diretamente a produtividade da cultura. Temperaturas elevadas, principalmente durante a noite, estão relacionadas às baixas produtividades. A deficiência hídrica afeta a produtividade de milho, principalmente quando ocorre durante o florescimento (Hall et al., 1981, 1982) e no período que compreende uma semana antes e até duas semanas depois do florescimento (Çakir, 2004; Grant et al., 1989). Apesar disso, deficiências hídricas fracas no início do ciclo favorecem o desenvolvimento radicular. Períodos mais chuvosos durante as fases de semeadura, florescimento e enchimento de grãos são desejáveis; no entanto, quando em excesso, podem acarretar o aumento da incidência de doenças, provocando perdas e depreciação na qualidade dos grãos (Silva & Antunes, 1980; Rolim et al., 2007b).

Analisando as condições meteorológicas médias para o Estado de São Paulo, Silva et al. (1987)

determinaram as melhores condições climáticas para o cultivo, identificando temperaturas e precipitação ideais, nos meses de dezembro a março. Entretanto, as condições de temperatura e chuva nesses meses podem ser influenciadas pela ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña.

Os fenômenos El Niño e La Niña são conhecidos como maiores causadores de condições climáticas anômalas (secas e chuvas extremas e aumento de temperatura), afetando a circulação atmosférica em escala global (Katz, 2002). A influência desses fenômenos varia de acordo com localidade. Já é sabido que, na região sul do país, ocorre forte influência desses fenômenos na variabilidade de chuvas.

Diversos estudos já foram realizados em relação ao efeito do El Niño e de La Niña no regime hídrico e produtividade de grãos, na região sul do país (Barbano et al., 2001; Cunha, 2001; Grimm, 2003, 2004; Berlato & Fontana, 2003; Praela et al., 2004). No Rio Grande do Sul, em anos de ocorrência de El Niño, tem-se um aumento significativo na quantidade de chuva, principalmente na primavera, no final de outubro e no início do inverno, podendo atrapalhar a colheita e prejudicar a produtividade e a qualidade dos grãos (Fontana & Berlato, 1999; Cunha et al. 1999). Entretanto, para o estado de São Paulo, esses estudos ainda são escassos, podendo-se ressaltar alguns realizados por Marin et al. (2000), Praela et al. (2005), para Piracicaba, e Camargo et al. (2002), para a região de Campinas.

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da precipitação e a ocorrência do fenômeno El Niño e La Niña na produtividade de milho na safra de verão, na região do Médio Paranapanema, SP, Brasil.

Material e Métodos

A região do Médio Paranapanema está localizada no sudoeste do estado de São Paulo, Brasil, e compreende em torno de 32 municípios, sendo que

os listados abaixo são os mais expressivos em termos de produção agrícola (Tabela 1 e Figura 1). A quase totalidade das terras destes municípios é classificada como Latossolo Vermelho-Escuro eutroférico e distroférico (Santos et al., 2006). A região apresenta o

TABELA 1. Localização geográfica dos municípios estudados na região do Médio Paranapanema, SP, Brasil.

| Município | Longitude (°W) | Latitude (°S) | Altitude (m) |
|-----------------------|----------------|---------------|--------------|
| Assis | 50,25 | 22,40 | 546 |
| Cândido Mota | 50,20 | 22,53 | 472 |
| Campos Novos Paulista | 50,00 | 22,56 | 446 |
| Florínea | 50, 44 | 22,54 | 360 |
| Palmital | 50,13 | 22,47 | 501 |
| Pedrinhas Paulista | 50,48 | 22,49 | 330 |
| Platina | 50,12 | 22,37 | 370 |
| Tarumã | 50,35 | 22,45 | 441 |

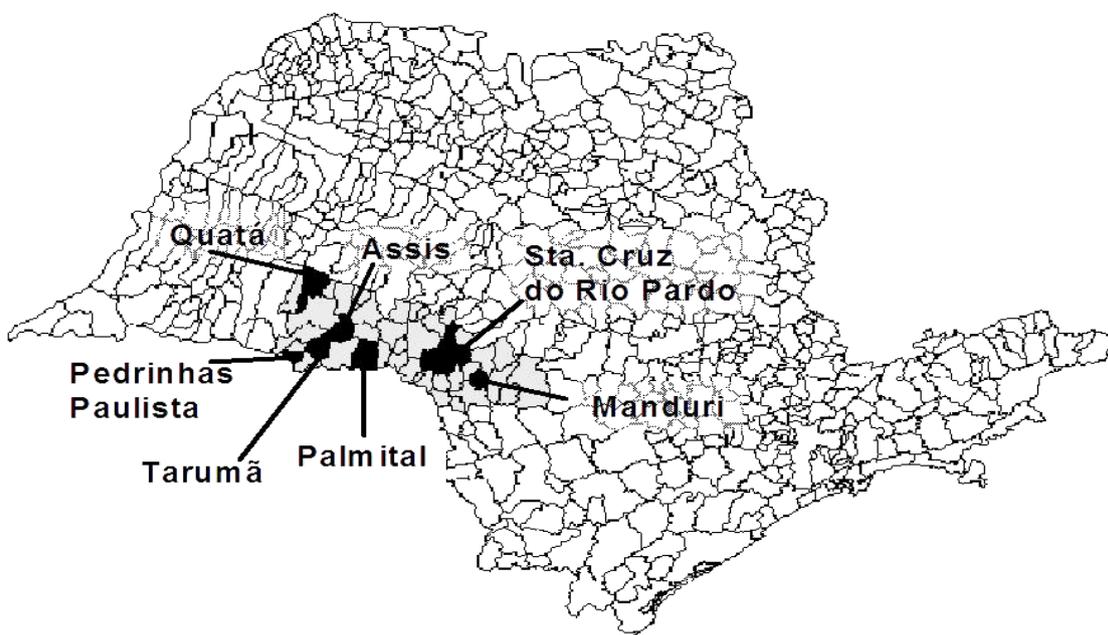


FIGURA 1. Mapa do estado de São Paulo, Brasil, com destaque para a região do Médio Paranapanema, indicando os principais municípios agrícolas da região.

clima tipo “B1rB’4a” pela classificação de Thorthwaite (Rolim et al., 2007a), ou seja, clima úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica de fevereiro a agosto, mesotérmico e com evapotranspiração potencial no verão menor do que 48% em relação à anual.

Para a realização deste estudo, utilizou-se uma série histórica de produtividade regional de milho, compreendendo as safras de 1976/77 a 2005/06, obtida junto ao Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2007), totalizando 30 anos agrícolas.

Os dados meteorológicos diários de temperatura do ar e precipitação foram coletados em postos da rede meteorológica do estado de São Paulo, instalados na região e monitorados pelo Instituto Agrônômico de Campinas (IAC-APTA). Os dados foram agrupados em escala decenal. A disponibilidade hídrica da região foi obtida por meio do balanço hídrico climatológico sequencial (Rolim et al., 1998), com capacidade de água disponível (CAD) igual a 50 mm, durante a estação de cultivo (outubro a maio), apresentando os resultados apenas dos anos em que ocorreram produtividades com desvios discrepantes (positivos e negativos) em relação à média histórica regional. Levou-se em consideração a semeadura de outubro até meados de novembro e o florescimento em torno dos 60 dias após a semeadura, períodos comuns para a região.

Um dos motivos da variação da produtividade pode ser atribuído à tendência tecnológica (TT). Segundo Cunha et al. (2001), essa tendência tecnológica dificulta a detecção de possíveis efeitos do clima e episódios de El Niño/La Niña sobre a média regional, devendo ser retirada dos cálculos.

A tendência tecnológica foi determinada por meio de análise de regressão linear simples, considerando o ano como variável independente (Xi) na série original de produtividade (Yi). A TT

foi removida da série original e resultou numa série corrigida (equação 1):

$$Y_{ci} = Y_i - (Y_{xi} - Y_o) \quad (1)$$

em que Y_{ci} é a produtividade corrigida, Y_i é a produtividade original do ano, Y_{xi} é a produtividade do ano i , estimado pela regressão e Y_o é a produtividade do primeiro ano da série estimada pela regressão.

Após a eliminação da TT, as variações de produtividade podem ser atribuídas aos efeitos climáticos (Cunha et al., 2001; Carmona & Berlatto, 2002; Praela et al., 2005).

Os impactos dos fenômenos sobre a produtividade da cultura do milho foram avaliados nas safras individualmente. Os valores de oscilação de El Niño/La Niña foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2007). Para a classificação do ano agrícola adotou-se o fenômeno ocorrido no ano e no período de início da safra. As influências de El Niño (EN) são verificadas normalmente durante a primavera e o verão, e La Niña (LN), no outono e inverno (Tabela 2). A partir disso, observou-se a variabilidade da produtividade em relação à média e à ocorrência de EN, LA ou de ano normal.

Resultados e Discussão

Observou-se tendência de aumento da produtividade média real ao longo do período analisado, que pode ser atribuída à melhoria das cultivares e tratos culturais, destacando-se a adoção do sistema de plantio direto (Alliprandini et al., 1998; Duarte et al., 2007). A produtividade real e a corrigida apresentaram o mesmo padrão de variação; no entanto, quando foi eliminada a tendência tecnológica (TT), ocorreu uma alteração maior da tendência de variação (aumento/diminuição)

TABELA 2. Fenômeno ocorrido durante as safras analisadas (76/77 a 05/06), El Niño (EN), La Niña (LN) e normal (N) (Fonte: INPE/CPTEC).

| Safra | Fenômeno | Safra | Fenômeno | Safra | Fenômeno |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| 76/77 | El Niño | 86/87 | El Niño | 96/97 | El Niño |
| 77/78 | El Niño | 87/88 | Normal | 97/98 | El Niño |
| 78/79 | El Niño | 88/89 | La Niña | 98/99 | La Niña |
| 79/80 | El Niño | 89/90 | La Niña | 99/00 | Normal |
| 80/81 | Normal | 90/91 | El Niño | 00/01 | Normal |
| 81/82 | Normal | 91/92 | Normal | 01/02 | La Niña |
| 82/83 | El Niño | 92/93 | Normal | 02/03 | Normal |
| 83/84 | La Niña | 93/94 | El Niño | 03/04 | Normal |
| 84/85 | La Niña | 94/95 | El Niño | 04/05 | Normal |
| 85/86 | La Niña | 95/96 | La Niña | 05/06 | Normal |

da produtividade (Figura 2).

Os anos de El Niño e La Niña apresentaram menores variações de precipitação e produtividade

(Figura 2) em comparação aos anos neutros, sendo que os

anos de La Niña foram os que apresentaram as menores.

Com maiores variações de precipitação, apresentaram

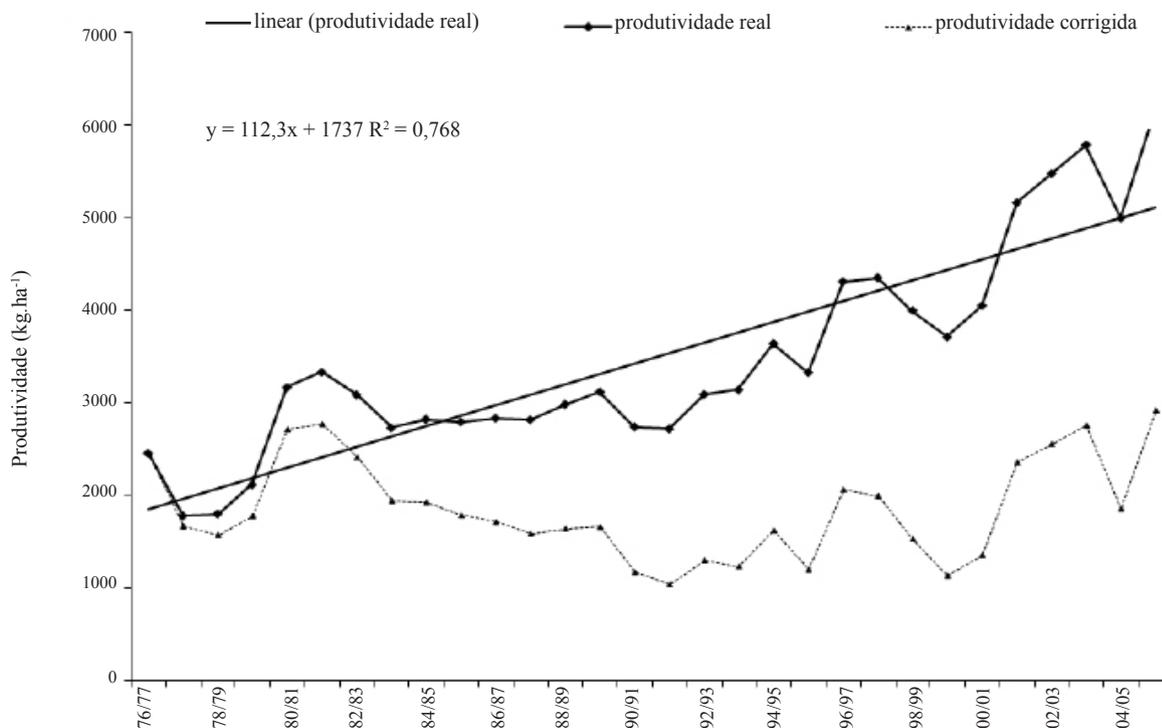


FIGURA 2. Produtividade de milho (kg.ha⁻¹), safra verão de 76/77 a 05/06, na região do Médio Paranapanema, SP, Brasil.

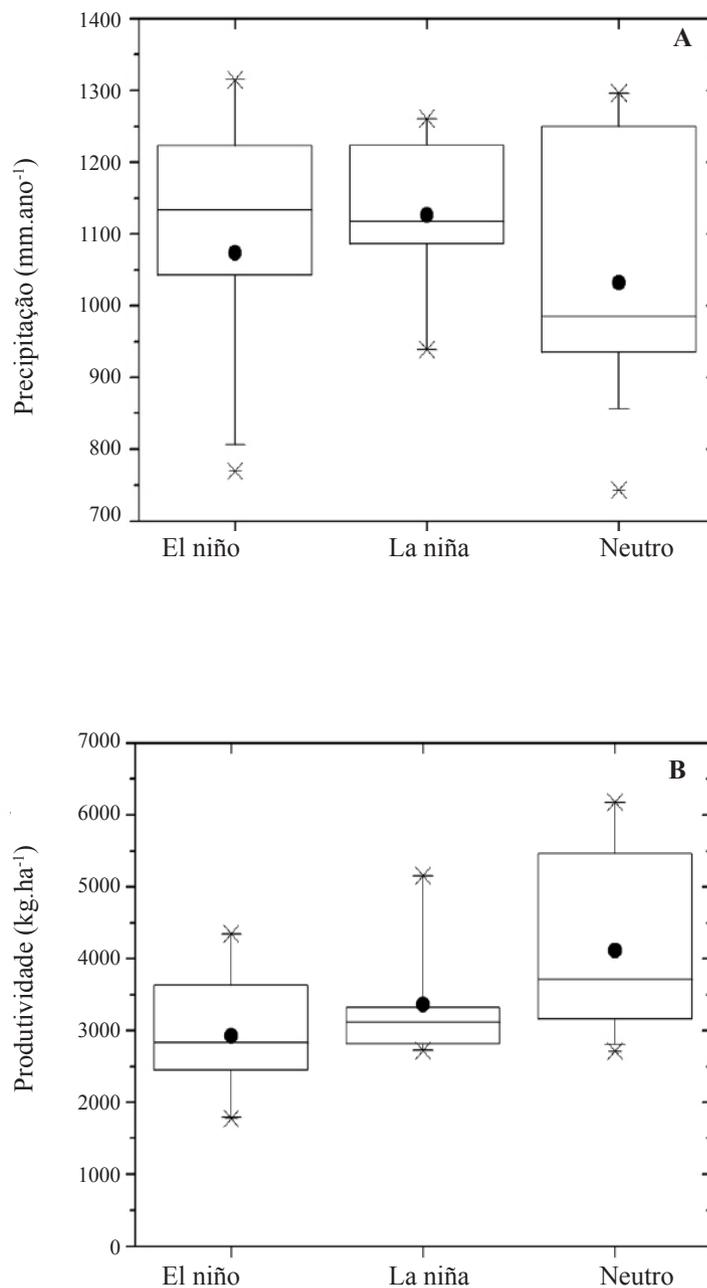


FIGURA 3. Dispersão dos dados por gráficos tipo Box-plot em anos de El Niño, La Niña e Neutros em relação à precipitação (a) e a produtividade (b). Legenda: ‘•’ média; ‘-’ moda; ‘□’ 25 a 75% de probabilidade; ‘└’ máximo e mínimo; ‘x’ 1 a 99% de probabilidade.

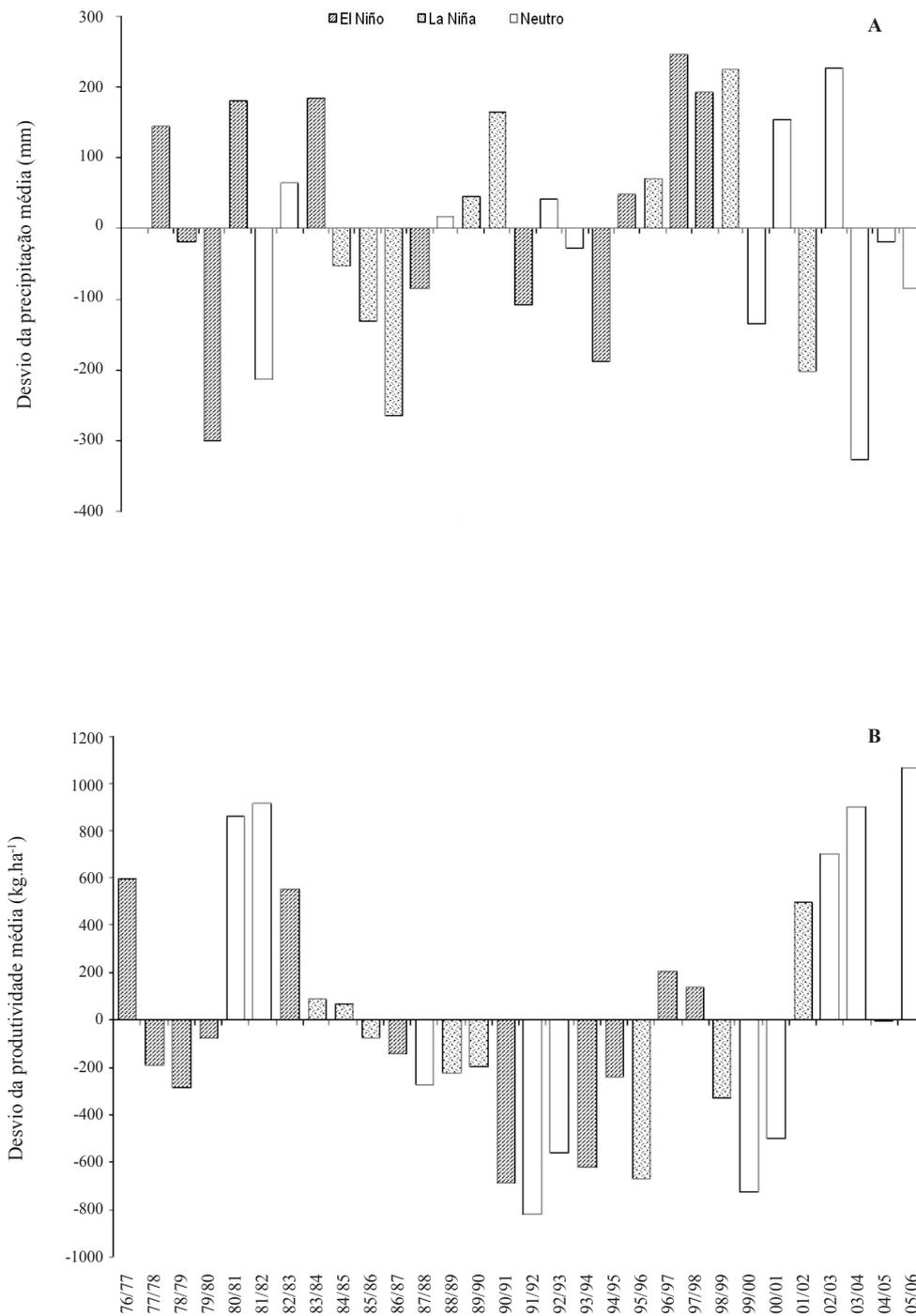


FIGURA 4. Desvios de precipitação média (A) e da produtividade média (B) comparados com médias históricas no período 76/77 a 05/06, na região do Médio Paranapanema, SP, Brasil.

maiores variações de produtividades (Figura 3).

Observou-se que, no período analisado (1976 a 2006), ocorreram 11 eventos de EN, 8 de LN e 11 anos normais (Figura 4 A e B).

A precipitação foi muito próxima da média em dez safras (77/78, 81/82, 83/84, 87/88, 88/89, 91/92, 92/93, 94/95, 95/96 e 04/05), os desvios foram negativos (maiores que 100 mm) em 11 safras (78/79, 80/81, 84/85, 85/86, 86/87, 90/91, 93/94, 99/00, 01/02, 03/04 e 05/06) e positivos e distantes da média em nove safras (76/77, 79/80, 82/83, 89/90, 96/97, 97/98,

98/99, 00/01 e 02/03) (Figura 4 A e B).

Em relação à produtividade, observaram-se desvios negativos de produtividade (acima de 300 kg.ha⁻¹) em sete safras (23,3% do total), das quais apenas três coincidiram com o desvio negativo de chuva (90/91, 93/94 e 99/00) (Figura 4 A e B). Os desvios positivos e distantes da média ocorreram em oito safras, sendo três coincidentes com desvios positivos de precipitação (76/77, 82/83 e 02/03).

Dos 30 anos analisados, constataram-se 11 anos com eventos de EN. Desses, ocorreu aumento na

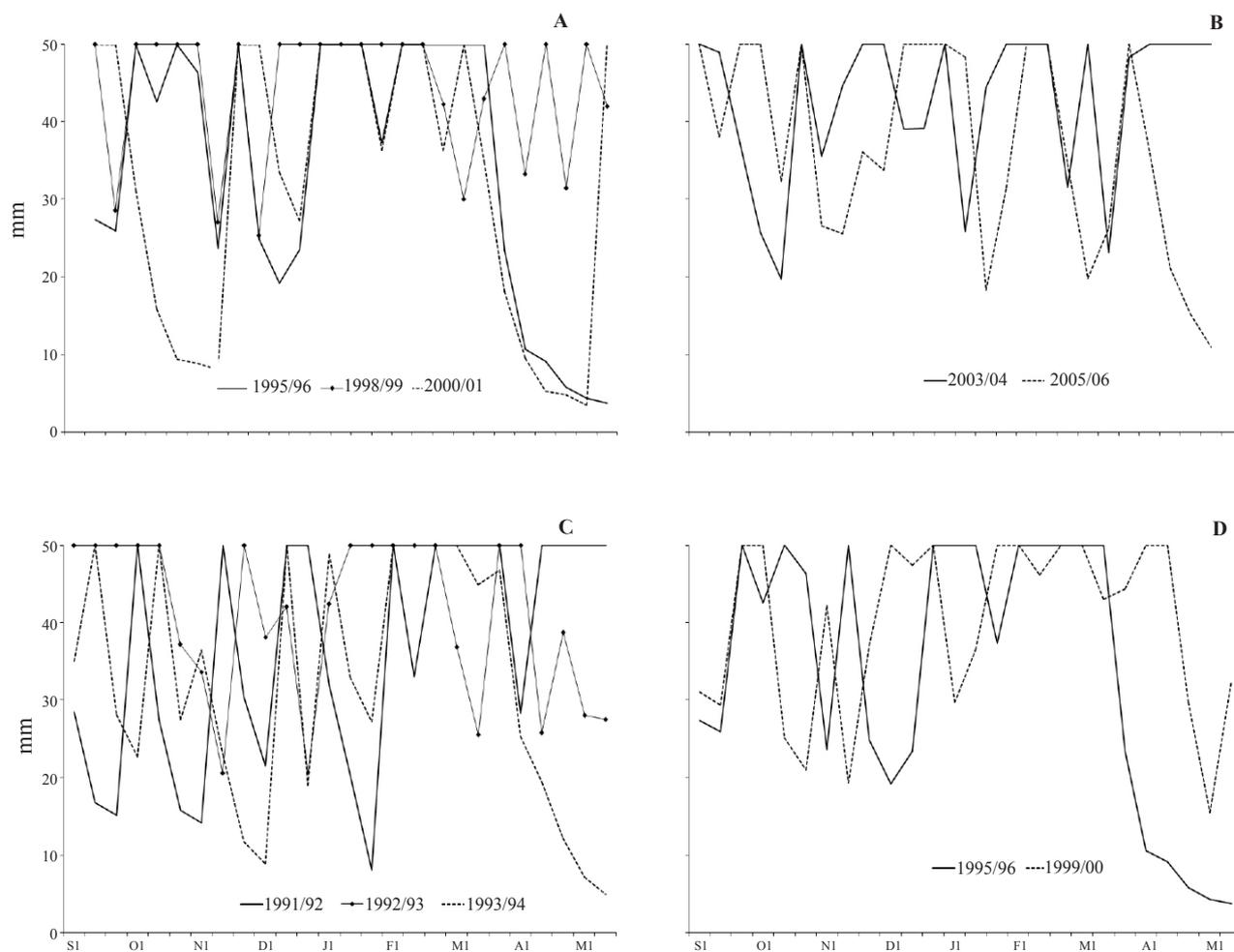


FIGURA 5. Armazenamento de água no solo (mm) para CAD = 50 mm, nas safras agrícolas 1995/96, 1998/99 e 2000/01 (A), 2003/2004 e 2005/06 (B), 1991/92, 1992/93 e 1993/94 (C) e 1995/96 e 1999/2000 (D).

precipitação em seis anos (Figura 4A).

Houve relação entre a ocorrência de EN e o aumento na precipitação em cinco das nove safras (56% dos casos). Porém, das três safras em que a precipitação e a produtividade foram coincidentemente superiores à média, em duas ocorreu o fenômeno EN. Logo, em apenas 15% das safras o fenômeno EN esteve relacionado com aumento de precipitação e produtividade.

Não houve relação entre a ocorrência de LN com os desvios positivos ou negativos de precipitação e produtividade. Das 15 safras com desvios positivos de precipitação, em apenas quatro ocorreu LN, e dos 14 anos com desvios negativos, apenas quatro foram em anos de ocorrência de LN.

No período de 18 safras, que compreende os anos de 83/84 a 00/01, não foram observados desvios de produtividade positivos e superiores a 300 kg.ha⁻¹. Nesse período foram registrados seis episódios de EN (86/87, 90/91, 93/94, 94/95, 96/97 e 97/98), sete de LN (83/84, 84/85, 85/86, 88/89, 89/90, 95/96 e 98/99) e cinco anos foram considerados neutros. Nas safras seguintes, registrou-se aumento considerável na produtividade, variando de 600 kg.ha⁻¹ (01/02) a 1.150 kg.ha⁻¹ (05/06), com exceção da safra 04/05, em que foi registrada produtividade próxima da média. Porém, o único evento anormal foi o LN, em 01/02.

Logo, não foi encontrada relação entre ocorrência de ENOS, precipitação e produtividade na região do Médio Paranapanema. Observaram-se variações na precipitação e na produtividade, independentes da ocorrência desses fenômenos. Condições ambientais semelhantes foram encontradas por Prela et al. (2005), quando analisaram a produtividade de trigo no estado do Paraná, e concluíram que, em várias regiões do

estado, inclusive na região Norte, na divisa com o Médio Paranapanema, no Estado de São Paulo, variações na produtividade estão mais relacionadas com a quantidade e a distribuição das chuvas do que com a ocorrência de EN e LN.

O efeito da precipitação na produtividade está muito mais relacionado com a época em que ocorre e a distribuição das chuvas durante o ciclo da cultura. Isso acontece devido ao fato de a cultura possuir necessidades hídricas e sensibilidade ao estresse hídrico diferentes em cada fase fenológica (Hall et al, 1981; Hall et al., 1982; Grant et al., 1989; Çakir, 2004), corroborando resultados encontrados por Silva et al. (1987), que indicaram, por meio de modelos matemáticos, boas previsões de produtividade de milho no estado de São Paulo, em cultivos de dezembro a maio, devido principalmente à menor probabilidade de ocorrência de deficiências hídricas nesse período.

Em alguns anos, houve decréscimo na produtividade, apesar de a precipitação observada ter sido maior que a média histórica. Nesses anos, nas fases iniciais do cultivo (desenvolvimento inicial até florescimento), a cultura esteve exposta ao déficit hídrico e, após a fase de enchimento de grãos, foram registrados os maiores volumes de chuva, condições estas que afetam diretamente a produtividade. Essa condição foi observada principalmente nas safras 95/96, 98/99 e 00/01 (Figura 5A).

Situação inversa foi observada nas safras de 03/04 e 05/06, em que foi registrada produtividade maior que a média da região, chegando até uma t.ha⁻¹. Nessas safras, as chuvas registradas ficaram cerca de 300 e 100 mm abaixo da média histórica da região, respectivamente. No entanto, não afetaram a produtividade, devido ao fato de terem sido melhor distribuídas, pois ocorreram durante todo o ciclo e atenderam as condições hídricas da cultura de forma

satisfatória (Figura 5B).

Nas safras 91/92, 92/93 e 93/94, observou-se queda na produtividade em torno de 800, 500 e 600 kg.ha⁻¹, respectivamente. De acordo com o balanço hídrico, o solo não apresentava condições satisfatórias de umidade desde a época de semeadura (setembro), condição essa que se estendeu até depois do florescimento (dezembro), prejudicando também o enchimento de grãos (Figura 5C).

Nas safras 95/96, a semeadura (setembro) ocorreu em condições satisfatórias de umidade no solo; no entanto, houve um período de estiagem que se estendeu desde a fase de desenvolvimento inicial (outubro) até após o florescimento (novembro). Na safra 99/00, a queda de produtividade foi em torno de 400 kg.ha⁻¹. Nessa safra, a estiagem se deu desde a semeadura (setembro) até o florescimento (dezembro), ficando a cultura exposta às condições de déficit hídrico durante todo o período de desenvolvimento inicial e desenvolvimento vegetativo (até próximo aos 60 dias após semeadura). Durante a fase de florescimento (novembro), foi registrado um volume de chuva que elevou a umidade do solo às condições satisfatórias; no entanto, logo em seguida, a cultura passou novamente por um período de déficit hídrico (dezembro a janeiro), prejudicando a formação e o enchimento dos grãos (Figura 5D).

Na observação dos anos agrícolas da série completa (76/77 a 05/06), relacionada com dados de precipitação, não foi encontrada correlação significativa entre esses parâmetros analisados (R^2 abaixo de 0,2), corroborando resultados de análises anteriores (Figura 4). Resultados semelhantes foram encontrados na relação entre dados de produtividade com excedente ou déficit hídrico em anos agrícolas normais, em anos com ocorrência de El Niño e em anos com ocorrência de La Niña.

Conclusões

Não há relação direta entre a precipitação e a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña para a região do Médio Paranapanema, como também não há relação direta entre a produtividade e a ocorrência desses fenômenos.

Houve relação direta entre a produtividade e a ocorrência e distribuição das chuvas na região. A variação da produtividade também deve ser atribuída, além de à precipitação adequada, ao manejo e aquisição de tecnologias adotadas pelos agricultores da região.

Referências

- ALLIPRANDINI, L. F.; DUARTE, A. P.; KANTHACK, R. A. D. Genetic Gain Commercial in Summer and Autumn-Winter Crops in Paranapanema River Valley, Brazil, 1992 to 1997. **Maydica**, Bergamo, v. 43, p. 55-64, 1998.
- BARBANO, M. T.; SAWAZAKI, E.; BRUNINI, O.; GALLO, P. B.; PAULO, E. M. Temperatura-base e acúmulo térmico no subperíodo emergência-florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 261-268, 2001.
- BERLATO, M. A. ; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña**; Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul. Aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: EDURGS, 2003. 110 p.
- ÇAKIR, R. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 89, p. 1-16, 2004.
- CAMARGO, A. P. de; PINTO, H. S.; PEDRO JUNIOR, M.

- J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, A. A.; ORTOLANI, A. A. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: **São Paulo (Estado)**. Secretaria de Agricultura. Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo, 1974. v. 1, p. 109-150.
- CAMARGO, M. B. P.; ALFONSI, R. R. ; CAMARGO, A. P.; MELLO, M. H. A.; ASTOLPHO, F. Geadas severas na região cafeeira de Campinas-SP de 1890-2001 e sua relação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 123-127, 2002.
- CARMONA, L. C.; BERLATO, M. A. El Niño e La Niña e o produtividade do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 147-152, 2002.
- CUNHA, G. R. El Niño Oscilação Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 277-284, 1999.
- CUNHA, G. R.; DALMARGO, G. N.; ESTEFANEL, V.; PASINATO, A.; MOREIRA, M. B. El Niño-Oscilação Sul e seus impactos sobre a cultura de cevada no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 137-145, 2001.
- DUARTE, A. P.; SAWAZAKI, E.; CANTARELLA, H.; FANTIN, G. M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Cultura do Milho. In: DUARTE, A. P. (Ed.). **Dois Décadas da Estação Experimental de Agronomia - Apta Médio Paranapanema: Histórico, presente e perspectivas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. p. 79-89.
- FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 127-132, 1999.
- GRANT, R. F.; JACKSON, B. S.; KINIRY, J. R.; ARKIN, G. F. Water deficit timing effects on yield components of maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, p. 61-65, 1989.
- GRIMM, A. M. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, Boston, v. 16, n. 1, p. 263-280, 2003.
- GRIMM, A. M. How do La Niña events disturb the summer monsoon system in Brazil? **Climate Dynamics**, Berlim, v. 22, n. 2-3, p. 123-138, 2004.
- HALL, A. J.; LEMCOFF, J. H.; TRAPANI, N. Water stress before and during flowering in maize and its effect on yield, its components, and their determinants. **Maydica**, Bergamo, v. 26, p. 19-38, 1981.
- HALL, A. J.; VILELLA, F.; TRAPANI, N.; CHIMENTI, C. The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen-shedding and silking in maize. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 5, p. 349-363, 1982.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Área cultivada e produção. Disponível em <http://ciagri.iea.sp.gov.br/bancoiea/subjetiva.aspx?cod_sis=1>. Acesso em 20/01/2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. El Niño e La Niña. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br>> Acesso em: 20 nov. 2009.
- KATZ, R. W. Sir Gilbert Walker and a connection between El Niño and Statistics. **Statistical Science**, Hayward, v. 17, n. 1, p. 97-112, 2002.
- MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; NOVA, N. A. V. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña no clima de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 123-129, 2000.

- PRELA, A.; PEREIRA, A. R.; LOZADA GARCIA; PIEDADE, S. M. E. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña nas chuvas de Pato Branco-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 205-210, 2004.
- PRELA, A. P.; PEREIRA, A. R.; CARAMORI, P. H. Influência dos fenômenos El Niño/La Niña na produtividade de trigo no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 13, n.3, p. 341-342, 2005.
- ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007a.
- ROLIM, G. S.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; FANTIN, G. M.; BRUNINI, O.; DUARTE, A. P.; DIDUENAS, C. Modelo Agrometeorológico Regional para estimativa da severidade da Mancha de *Phaeosphaeria* em milho safrinha no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 721-728, 2007b.
- ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCELtm para o cálculo de Balanços Hídricos: Normal, Sequencial, Cultura e Produtividade Potencial e Real. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 25/05/2009.
- SILVA, G. L. S. P. S.; VICENTE, J. R.; CASER, D. V. **Efeito das condições do tempo sobre a produtividade da soja no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Instituto de Economia Agrícola, 1987. 14 p. (Relatório de Pesquisa, 01/87).
- SILVA, W. J. da; ANTUNES, F. Z. Aptidão climática para a cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, p. 10-14, 1980.