



ENOS Canônico nas secas e produtividades de culturas de grãos em Chapecó e Urussanga, SC

Matheus Luís Caron¹ e Rosandro Boligon Minuzzi^{1(*)}

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Av. Admar Gonzaga, 1346, CEP 88034-001 Florianópolis, SC.

E-mails: matheuscaron@outlook.com e rbminuzzi@hotmail.com

(*) Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 17 de setembro de 2019

Aceito em 4 de março de 2020

Termos para indexação:

soja

milho

feijão

RESUMO

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é visto como fator de anomalias climáticas em várias regiões do globo, principalmente, na precipitação. Por isso os impactos nas atividades e produtividade agrícolas são recorrentes. O estudo teve como objetivo verificar a influência dos eventos ENOS Canônicos na produtividade de soja, feijão e milho e na ocorrência/intensidade de secas nos municípios de Chapecó e Urussanga, em Santa Catarina. Foram utilizados dados meteorológicos diários de 1982 a 2017 de temperatura do ar e de precipitação para avaliar a ocorrência/intensidade de seca pelo Índice de Água Disponível de Hargreaves, Índice de Anomalia de Chuva e o Percentil. A produtividade das microrregiões de Chapecó e Urussanga foram obtidas de 2001 a 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A ocorrência do El Niño Canônico proporcionou desvios positivos de produtividade para as culturas em Chapecó e Urussanga. Já a ocorrência de La Niña Canônico determinou desvios positivos para as culturas em ambos municípios, com exceção do feijão para Chapecó. Em anos de EN Canônico, os totais de chuva mensal acima da normalidade são mais frequentes, principalmente de março a maio. A variação das anomalias na chuva mensal é maior em anos de LN Canônico.

© 2020 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) é responsável pela ocorrência de anomalias climáticas em várias regiões do globo. O ENOS ocorre no Oceano Pacífico Tropical, como resultado da combinação de dois mecanismos, oceano e atmosfera, designados pelos componentes El Niño (EN) e Oscilação Sul (OS), respectivamente.

A variação irregular que ocorre em torno das condições normais nas componentes oceânica e atmosférica da

região (Phillips et al., 1998), revela duas fases opostas do fenômeno, sendo um desses extremos representado pelas condições de La Niña (LN), quando ocorre um resfriamento das águas superficiais e aumento na pressão atmosférica na região leste do Pacífico Equatorial (também denominada fase fria ou fase positiva). A condição de El Niño (EN) é caracterizada pelo aquecimento das águas superficiais, aumentando o fluxo de calor e umidade para a atmosfera, e a queda da pressão na superfície. No contexto geral, as anomalias climáticas relacionadas ao El Niño e La Niña

ocorrem nas mesmas regiões, mas de maneiras opostas.

Ashok et al. (2007) apresentaram um diferente tipo de EN chamado de Modoki. Este tipo de EN ocorre no Pacífico Central, enquanto o EN Canônico (ou clássico) ocorre no Pacífico Leste. Estes dois tipos também se aplicam para a LN, apenas diferindo as características quanto as anomalias da temperatura superficial. Os impactos do EN Modoki no clima tropical e de latitudes divergem em relação ao EN Canônico devido a diferente intensidade e localização das anomalias positivas da TSM do Pacífico equatorial (Ashok et al., 2007).

A produção agrícola e o rendimento das culturas são fortemente influenciados pela variação do regime pluviométrico, decorrente da presença do ENOS, que em geral causa excesso de chuva durante o El Niño e déficit hídrico durante La Niña no Sul do Brasil (Soppa et al., 2011). Berlatto et al. (2005) verificaram ganho na produtividade do milho em anos de El Niño e perda em anos de La Niña, enquanto Berlatto e Fontana (1999) também aferiram que a soja é favorecida na ocorrência de El Niño, entretanto o excesso de chuvas pode interferir na colheita, resultando em prejuízos. Kiyuna & Assumpção (2001) notaram a elevação do preço da saca de feijão em São Paulo em ocorrência de La Niña e El Niño, demonstrando a influência e dimensão dos impactos na cultura.

De acordo com Grimm (2009), o fenômeno ENOS influencia fortemente a variabilidade interanual de precipitação total anual no Brasil. Nos meses que compreendem a primavera, eventos de EN (LN) ocasionam fortes anomalias positivas (negativas) na região Sul. De forma menos intensa, a temperatura também é afetada pelo evento, anos de EN (LN) apresentam aumento (diminuição) de temperatura.

Dessa forma, o excesso ou falta de chuva é essencial na determinação da época de semeadura e tratos culturais, como demonstrados por Minuzzi & Ribeiro (2012) que a semeadura do milho feita a partir de 10 de outubro minimiza as perdas de produtividade decorrentes do déficit hídrico durante a Niña no oeste de Santa Catarina. De acordo com Cunha et al. (2011) na região Sul do Brasil, o fenômeno El Niño é favorável para as culturas como a soja e milho, devido a boa precipitação, enquanto o La Niña segue o sentido oposto.

Diante destes apontamentos o objetivo deste trabalho é de verificar a influência do ENOS Canônico na produtividade de culturas anuais de verão e na ocorrência/intensidade

de seca para os municípios de Chapecó e Urussanga, no estado de Santa Catarina.

Material e métodos

Foram utilizados dados meteorológicos diários do período de 1982 a 2017 de temperatura do ar e precipitação das estações meteorológicas localizadas nos municípios de Chapecó (latitude: 27°05'47"S, longitude: 52°37'06"W e altitude: 679 m) e Urussanga (latitude: 28°31'04"S, longitude: 49°19'15"W e altitude: 41 m), no estado de Santa Catarina, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e à Empresa de Pesquisa e Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

Os eventos ENOS Canônicos foram definidos conforme metodologia proposta por Yeh et al. (2009), que define a ocorrência do El Niño (La Niña) Canônico como sendo aqueles em que a anomalia da temperatura da superfície do mar (ATSM) da região Niño 3 (150°W-90°W, 5°N-5°S) está acima de 0,5°C (abaixo de -0,5°C) e que seja maior (menor) do que a ATSM da região Niño 4 (160°E-150°W, 5°N-5°S). Quanto aos 'anos neutros', foram considerados aqueles em que não houve a ocorrência de qualquer tipo de El Niño ou La Niña (Tabela 1). Os eventos de ENOS Modoki foram desconsiderados no estudo.

Os dados de produtividade do milho, feijão e da soja das safras 2001 a 2017 para as microrregiões onde estão localizadas as estações meteorológicas foram obtidos através do banco de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Para cada ano e cultura anual de verão utilizada no estudo, a produtividade de cada microrregião foi corrigida para separar o efeito das tecnologias incorporadas no sistema de produção, ao longo do tempo, sobre a produtividade da cultura, daquele decorrente da variabilidade climática interanual.

Assim, os dados originais da série histórica de produtividade de cada cultura/microrregião foi inicialmente submetidos a uma análise de regressão, usando-se o ano como variável independente. A partir do melhor modelo de regressão ajustado (critério do r^2), a tendência tecnológica associada aos dados foi retirada, usando-se a equação 1.

$$Y = Y_i - (Y_{ix} - Y_o) \quad (1)$$

onde, Y, Y_i , Y_{ix} , Y_o , são a produtividade do ano i corrigido,

Tabela 1. Cronologia de eventos El Niño/La Niña Canônico e de "anos neutros" de 1982 a 2017.

El Niño Canônico (ENC): 1982/83; 1986/87; 1991/92; 1997/98; 2006/07; 2009/10

La Niña Canônico (LNC): 1984/85; 1985/86; 1988/89; 1995/96; 1999/00; 2007/08

Anos neutros (AN): 1989/90; 1992/93; 1993/94; 1996/97; 2001/02; 2003/04; 2005/06; 2011/12; 2012/13; 2013/14.

a produtividade original do ano i , a produtividade do ano i estimado pelo modelo de regressão e a produtividade do primeiro ano da série histórica estimada pelo modelo de regressão, respectivamente.

O período de junho a agosto não foi utilizado no estudo, pois trata-se do período de transição entre o término e início de um evento ENOS (Minuzzi, 2010). Assim, o período utilizado foi de setembro (ano x) até maio do ano seguinte (ano $x+1$). A ocorrência/intensidade de seca durante anos neutros e de ENOS Canônico foi determinada por diferentes índices, conforme descritos a seguir:

a) Índice de Água Disponível de Hargreaves (MAI – Moisture Available Index)

A probabilidade de ocorrência de chuva de 75% (P75%) é uma quantia provável para o planejamento de produção agrícola.

$$MAI = \frac{P_{75\%}}{ET_0} \quad (2)$$

onde, ET_0 é a evapotranspiração de referência.

Para obter os dados mensais de chuva de 75% da probabilidade, foi construída uma curva de frequência de distribuição da chuva baseada nos dados históricos de chuva mensal da série acima. A tabela 2 apresenta as classes baseadas nos valores de MAI.

Tabela 2. Classes baseadas nos valores de Moisture Available Index (MAI).

Valor de MAI	Classe
0,00 – 0,33	Super deficiência hídrica (SDH)
0,33 – 0,67	Deficiência hídrica modesta (DHM)
0,67 – 1,00	Deficiência ocasional (DO)
1,00 – 1,33	Adequada (AD)
1,34 - >1,34	Excesso hídrico (EH)

b) Índice de Anomalia de Chuva (RAI – Rainfall Anomaly Index)

Incorpora um procedimento de classificação para ordenar magnitudes de anomalias de precipitações positivas e negativas. Esse índice é considerado muito simples, dada a sua facilidade de procedimento computacional, que consiste na determinação de anomalias extremas. O índice visa tornar o desvio da precipitação em relação à condição normal de diversas regiões passíveis de comparação.

$$RAI = 3 \left[\frac{P - \bar{P}}{\bar{P}_{mn} - \bar{P}} \right] \quad (3)$$

$$RAI = -3 \left[\frac{P - \bar{P}}{\bar{P}_{mn} - \bar{P}} \right] \quad (4)$$

onde, P é a precipitação do período; \bar{P} é a média climática da precipitação do período; \bar{P}_{mx} é a média dos dez maiores valores da série; e \bar{P}_{mn} é a média dos dez menores valores da série.

Para anomalias positivas, o parâmetro \bar{P}_{mx} é a média dos dez valores mais elevados da precipitação do período estudado; para as anomalias negativas, o parâmetro \bar{P}_{mn} representa os dez valores mais baixos da precipitação do mesmo período. Os valores do índice são ordenados em um esquema de classificação de nove categorias, como mostrado na tabela 3.

c) Percentil

O valor mensal de chuva foi enquadrado em classes de acordo com os percentis, conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 3. Classes baseadas nos valores de Rainfall Anomaly Index (RAI).

Valor de RAI	Classificação
$\geq 4,00$	Extremamente úmido (EU)
3,00 a 3,99	Umidade alta (UA)
2,00 a 2,99	Umidade moderada (UM)
0,5 a 1,99	Umidade baixa (UB)
-0,49 a 0,49	Normal (NO)
-1,99 a -0,5	Seca Suave (SSU)
-2,00 a -2,99	Seca moderada (SMO)
-3,00 a -3,99	Seca Alta (SA)
$\leq -4,00$	Seca Extrema (SE)

Tabela 4. Classes baseadas nos valores de Percentil.

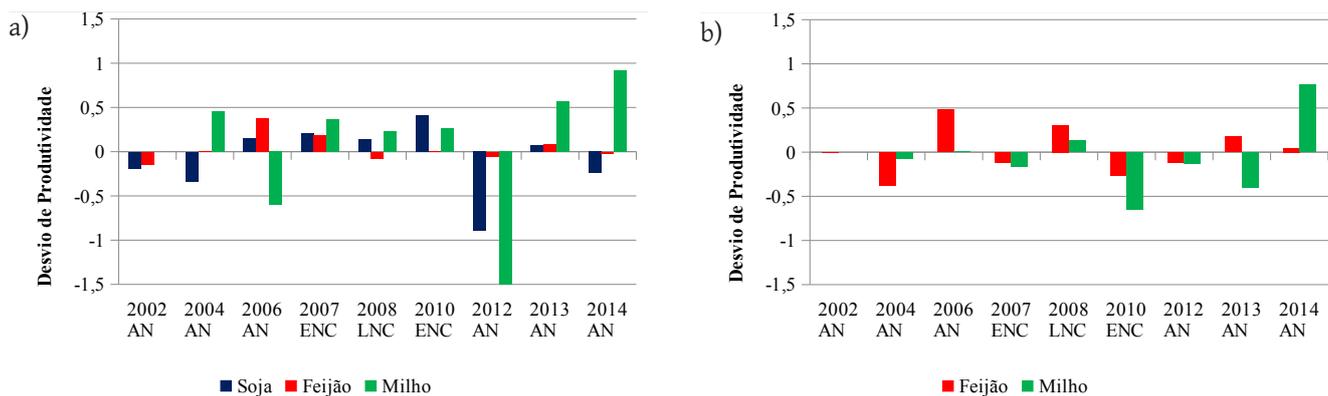
Percentil (p)	Classificação
< 0,21	Seca severa (SS)
0,20 a 0,34	Seca moderada (SM)
0,35 a 0,64	Normal (N)
0,65 a 0,80	Chuva moderada (CM)
> 0,81	Chuva severa (CS)

Resultados e discussão

A produtividade de soja, feijão e milho para o município de Chapecó tende a ser majoritariamente acima da média em anos de ocorrência do EN Canônico e LN Canônico, este o único evento de forte intensidade presente na série de dados estudada (Figura 1a). O rendimento de grãos de milho e feijão para Urussanga apresentou desvios positivos para o evento LN Canônico e negativos para EN Canônico em relação à média, deferindo em parte dos resultados encontrados na região oeste do estado (Figura 1b).

Em ambos os municípios, nota-se que em anos neutros,

Figura 1: Desvio de produtividade da soja, do feijão e do milho para Chapecó (a) e feijão e milho para Urussanga (b) em eventos de EN Canônico, LN Canônico e AN registrados no período de 2001 a 2014.



os impactos sobre o rendimento variam nas três situações, ora positivos, ora negativos, ou quase sem variação em relação a média. Logicamente que uma análise mais precisa dos ENOS Canônicos seria possível com um maior número de eventos. Apesar de o estudo envolver eventos de forte intensidade, os desvios na produtividade não foram expressivos, como os observados para o milho nas safras 2012 e 2014 em Chapecó, que foram considerados anos neutros.

Berlato et al. (2005) afirmam que os desvios positivos ou negativos de produtividade, desconsiderando a tendência tecnológica, são gerados pelas condições ambientais, principalmente as variáveis meteorológicas. Dessa forma, a diferença de rendimento pode ser mais acentuada, principalmente, para a cultura do milho em relação as demais, visto que esta é muito suscetível a falta de água nas fases fenológicas iniciais, podendo estar relacionado ao regime pluviométrico da região (Minuzzi & Ribeiro, 2012). Anderson et al. (2017) ratificam esta afirmação, citando que as anomalias de produção induzidas pelo ENOS são maiores para o milho. Acrescentam que o fenômeno climático representa aproximadamente 72%, 30% e 57% da variabilidade da produção pan-americana de milho, soja e trigo, respectivamente.

Matzenauer et al. (2002) especificam que apesar do regime pluviométrico ser elevado no Rio Grande do Sul, a distribuição de chuvas pode ser irregular, sendo comum a ocorrência de períodos secos, principalmente no verão, período em que as culturas estão nas fases de floração e enchimento de grão, consideradas as fases mais críticas, demandando maior disponibilidade hídrica. O excesso de chuva, ocasionadas pelo El Niño, na maturação e colheita é considerado o período mais crítico do calendário agrícola, podendo ocasionar perda significativas na safra de grãos (Berlato & Fontana, 1998).

Berlato et al. (2005) verificaram que em anos de El Niño houve incremento no rendimento das culturas como soja e milho, favorecidas pelo regime pluviométrico acima da média para o período. Entretanto, o mesmo não ocorreu

para Urussanga, visto que a distribuição das chuvas no período de outubro a março é irregular quando comparado a Chapecó (Silva et al., 2017).

O resultado encontrado para Urussanga é semelhante ao de Matzenauer et al. (2018) onde não ocorreu diferença no rendimento de grãos de milho e soja no Rio Grande do Sul, em eventos ENOS, não confirmando a hipótese de que eventos de EN e LN são favoráveis e prejudiciais ao rendimento de grãos, respectivamente, como afirmado por Berlato et al. (2005).

Como mencionado por Matzenauer & Machado (2002), o resultado pode ser associado a maior quantidade de chuvas em anos de El Niño durante a primavera, período em que as culturas ainda estão nos subperíodos de estabelecimento e vegetativo, período que demandam menor consumo de água, quando comparado a fase reprodutiva e de enchimento de grãos. Outra hipótese a ser destacada é a ocorrência de precipitação intensa e com volumes maiores em anos El Niño, sendo menos efetivas e diminuindo o aproveitamento de água pela planta, razão pela qual maioria dos solos não conseguem absorver elevadas quantidades de água em um curto período (Matzenauer et al., 2018).

De acordo com os resultados de diferentes índices de seca (Tabela 5) nota-se que em anos de EN Canônico há bastante variação das anomalias com discrepância entre os índices, principalmente, do MAI em relação ao RAI e ao PER, com destaque para novembro e março (Tabela 5a). Em setembro, mês em que começam as primeiras semeaduras de milho e feijão, há uma tendência das chuvas ficarem abaixo da normalidade. E este cenário, habitualmente resulta em atraso na semeadura, conseqüentemente, na colheita, além de prejudicar eventual cultivo da 2ª safra (safrinha).

Chama a atenção o predomínio do MAI em indicar situações de déficit, como em todos EN Canônicos nos meses de novembro, dezembro, janeiro e março, contrariando em muitas ocasiões, as anomalias indicadas pelo PER e RAI (Tabela 5a), ratificando a importância em utilizar mais de um índice de seca. Se atrelando apenas aos valores de PER

Tabela 5. Classificação da ocorrência de secas pelo Índice de Água Disponível de Hargreaves (MAI), Percentil (PER) e Índice de Anomalia de Chuva (RAI) em eventos El Niño Canônico (a) e La Niña Canônico (b) para os municípios de Chapecó (CHA) e Urussanga (URU). As células em azul, vermelho, branco e sem preenchimento, indicam déficit; excesso; normalidade e falta de dados de pluviosidade, respectivamente.

5a	Índice	1982/83		1986/87		1991/92		1997/98		2006/07		2009/10	
		CHA	URU										
Set	MAI	AD	DO										
	PER	SS	SS	N		SS	N	N	SS	N	SS	CS	CS
	RAI	SMO	SA	NO		SA	SA	SSU	SSU	SSU	SE	EU	EU
Out	MAI	EH	DHM	EH	DHM	EH	DHM	EH	DO	AD	DHM	EH	DO
	PER	SM	CS	SS	CS	SM	N	CS	CS	SS	SS	SM	SS
	RAI	SSU	UM	SMO		SMO	SSU	EU	UA	SE	SA	SMO	SMO
Nov	MAI	DO	DHM										
	PER	CS	CM	N	CS	SM	CS	CS	CM	CM	SS	CS	CM
	RAI	EU	UB	SSU		SMO	UA	UM	UM	UB	EU	UB	UB
Dez	MAI	DHM	DHM	DHM	DHM	DHM	DO	DHM	DHM	DHM	DHM	DHM	DO
	PER	SM	N	SS	N	CS	CM	CM	SS	CS	SS	SS	N
	RAI	SMO	NO	AS		EU	UB	UB	SA	UB	SE	SMO	NO
Jan	MAI	DO	DO										
	PER	SS	CM	N	N	N	SM	CS	N	SM	N	N	CS
	RAI	SA	UM	UB	NO	SSU	SMO	EU	SSU	SMO	SSU	SSU	UM
Fev	MAI	DO	AD	AD	AD	DO	AD	DO	EH	DO	AD	SDH	AD
	PER	CS	SM	N	CM	CS	SM	CS	CS	CM	SM	SS	SM
	RAI	UM	SSU	SSU	UB	EU	NO	EU	UA	UB	SSU	UB	SMO
Mar	MAI	DO	DO	DHM	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	SDH	DO
	PER	CM	N	SS	SS	CS	N	CS	CS	N	CS	SS	CM
	RAI	UM	NO	SE	SMO	UA	SSU	UA	UA	NO	UM	SMO	UM
Abr	MAI	EH	DO	EH	DO	EH	DO	EH	DO	AD	DO	SDH	DO
	PER	CS	CS	CM	CM	N	SS	CS	N	CS	N	SS	CS
	RAI	UB	EU	UB	UB	SSU	SE	EU	NO	UA	NO	NO	UA
Maio	MAI	EH	DO	EH	DO	EH	DO	AD	DO	AD	DO	SDH	DO
	PER	CS	CM	CS	CS	CS	CS	N	N	CS	CM	SS	CS
	RAI	EU	UB	UM	UM	EU	UA	SSU	SMO	UA	UB	SA	EU

(continua...)

e RAI, nota-se que em novembro, abril e maio há uma tendência de chuvas acima da normalidade nos eventos de EN Canônico.

Nos eventos mais recentes do EN Canônico como os de 2006/07 e 2009/10, nota-se a relação entre a pluviosidade (Tabela 5a) e produtividade (Figura 1), em ambos os municípios. Em Chapecó, a produtividade das culturas ficou acima de média na safra 2006/07 e 2009/10, onde a precipitação durante os meses do ciclo oscilou bastante. Entretanto, os meses em que as culturas têm a maior exigência hídrica (florescimento e formação de grãos), a precipitação indicada por pelo menos um dos índices, mostrou condições favoráveis para essa fase crítica. Já para Urussanga, os mesmos eventos e períodos, apresentam condições des-

favoráveis ao desenvolvimento das culturas, ocasionando perda de produtividade (Figura 1b), visto que dentre os meses de semeadura (setembro, outubro e novembro), apenas em novembro houve precipitação acima da média, indicado pelo índice RAI, sendo que o restante apresentou condições de déficit no período de semeadura e para praticamente todo o ciclo. O excesso de precipitação na maturação e colheita pode acentuar as perdas.

Para eventos de LN Canônico, há um relativo maior predomínio de períodos com déficit hídrico em ambos os municípios. Baseando-se no PER e no RAI, janeiro é o mês com menor suscetibilidade a seca (Tabela 5b). A associação entre produtividade e precipitação também é notável para evento de LNC no período 2007/08, único evento recente

5b	Índice	1984/85		1985/86		1988/89		1995/96		1999/00		2007/08	
		CHA	URU										
Set	MAI	AD	DO	AD	AD	AD	DO	AD	DO	AD	DO	AD	DO
	PER	N		SM		SS	CM	CS	SM	SS	SS	SM	N
	RAI	SSU		SSU		UA	UB	UB	SSU	SMO	SA	SMO	SSU
Out	MAI	AD		AD	DO	AD		EH		EH	DO	EH	
	PER	SS		SS		SS	N	N	N	N	N	N	SM
	RAI	SA		SA		UB	SSU	UB	SSU	N	SSU	SSU	SMO
Nov	MAI	DO				DO				DO		DO	
	PER	CS		SS		SM	SM	SS	SM	SS	N	CS	N
	RAI	UM		SA		SE	SMO	AS	SSU	SE	SSU	UA	NO
Dez	MAI										DO		
	PER	N		N		SM	SM	N	CS	N	SS	N	CS
	RAI	N		SSU		UB	SSU	SSU	EU	N	UB	SSU	SSU
Jan	MAI				DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO
	PER	SS		N		CM	CM	CS	CS	CM	CM	SS	SM
	RAI	SE		UB		UM	UB	EU	EU	UB	UB	SA	SSU
Fev	MAI	DO	DO	DO	AD								
	PER	CS		N		N	SM	N	SM	SM	SM	SS	SM
	RAI	UM		N		N	SMO	N	NO	SSU	NO	SE	NO
Mar	MAI	DO	DO	DO	DO	DO	DO	DO	AD	DO	DO	DO	DO
	PER	N		N		N	SM	CM	N	SS	SM	SM	CM
	RAI	SSU		SSU		SA	SSU	UB	NO	SMO	SSU	SMO	UB
Abr	MAI	EH	AD	EH	DO	EH	DO	AD	DO	AD	DO	AD	DO
	PER	N		CS		N	CM	SS	N	SM	N	CS	N
	RAI	UB		UM		UB	UM	AS	NO	SSU	UB	UM	SSU
Maio	MAI	AD	EH	AD		AD	DO	AD	DO	AD	DO	AD	DO
	PER	N		CS		SM	CM	SS	N	N	N	SS	CM
	RAI	SSU		UA		SMO	NO	SMO	SSU	SSU	SSU	SMO	NO

Classes do índice MAI são representadas por: SDH (super deficiência hídrica), HM (deficiência hídrica modesta), DO (deficiência ocasional), AD (adequada) e EH (excesso hídrico); Índice PER: SS (seca severa), SM (seca moderada), N (normal), CM (chuva moderada) e CS (chuva severa) e Índice RAI: EU (extremamente úmido), UA (umidade alta), UB (umidade baixa), NO (normal), SSU (seca suave), SMO (seca moderada), AS (seca alta) e SE (seca extrema).

na série estudada. As culturas de feijão e milho em Urusanga tiveram rendimentos superiores à média durante a LNC (Figura 1b). Em Chapecó mesmo com o déficit predominante nos meses analisados, especialmente de dezembro a março que culmina com a fase de formação de grãos, a soja e o milho apresentaram desvios positivos na produtividade, e o inverso para a cultura do feijão (Figura 1a).

Em suma, percebe-se que os resultados dos índices de seca não foram unânimes entre si, bem como, nem sempre ratificaram as quedas na produtividade. Por isso, para estudos futuros o ideal é recorrer a índices de seca agrícolas e aplicá-los numa escala temporal inferior a mensal. Qualquer que seja o índice de seca utilizado, muitas vezes o total mensal de precipitação oculta a sua distribuição no

período, que é mais importante para o desenvolvimento das culturas do que ficar atrelado ao acumulado mensal. Assim, mesmo com a existência de secas meteorológicas durante a LN Canônico de 2007/08, apenas a produtividade do feijão em Chapecó teve um discreto desvio negativo.

O bimestre outubro/novembro é um dos mais afetados em eventos de LN Canônico, visto que as chuvas tendem a ficar abaixo da média (Cruz & Minuzzi, 2009). Em condições de EN Canônico o mês de novembro tende a ser chuvoso. Durante a primavera, verão e outono, tem-se uma tendência no total de chuvas ficar acima da normalidade para Santa Catarina em eventos de EN Canônico (Minuzzi, 2010 e 2018).

Como mostrado por Minuzzi & Ribeiro (2012) a região

Oeste de Santa Catarina em eventos de La Niña, demanda maior requerimento de irrigação para o milho e as perdas na produtividade são reduzidas à medida que a semeadura é adiada. Para chegar a estes resultados, os autores necessitaram, por exemplo, determinar a evapotranspiração máxima de culturas, que normalmente é uma variável exigida nos índices de seca agrícola.

O déficit hídrico causado pela La Niña e outros fenômenos no Sul do Brasil, são responsáveis pelos impactos negativos causados a agricultura (Berlato & Fontana, 1998). Essa condição ocorre devido o regime pluviométrico nos meses de janeiro e fevereiro, ser comumente menor que em anos neutros, período que coincide com a fase crítica das culturas, isto é, importante na determinação da produtividade (Matzenauer et al., 2017).

Por levar em consideração diferentes variáveis na determinação da ocorrência/ intensidade de secas, os índices desse estudo apresentaram diferenças discrepantes. Condições de normalidade foram mais encontradas em eventos de LN Canônico, e os maiores desvios em EN Canônico, mostrando que os eventos Canônicos da fase quente do ENOS são mais influentes nos totais mensais de precipitação.

Portanto, a precipitação é a grande responsável por determinar ganhos ou perdas na produtividade das culturas, por isso exige planejamento da safra, independente da ocorrência ou não de fenômenos climáticos. Diante deste cenário, Cunha et al. (2011) recomendam iniciar a semeadura na época correta e de forma escalonada, com cultivares de ciclos diferentes, evitando que as mesmas possam enfrentar as condições adversas ao mesmo tempo, e em especial em anos de El Niño escolher cultivares resistentes a doenças (devido a maior umidade e precipitação), ao acamamento e não realizar semeaduras em áreas suscetíveis a encharcamento.

Conclusões

Eventos de EN Canônico são favoráveis a produtividade das culturas de verão analisadas em Chapecó, e desfavoráveis em Urussanga.

Em anos de EN Canônico, os totais de chuva mensal acima da normalidade são mais frequentes, principalmente, nos meses do outono do ano seguinte ao início do evento (ano +1).

A variação das anomalias na chuva mensal é maior em anos de LN Canônico.

Agradecimento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa PIBIC ao primeiro autor.

Referências

- ANDERSON, W.; SEAGER, R.; BAETHGEN, W.; CANE, M. Crop production variability in North and South America forced by life-cycles of the El Niño Southern Oscillation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 239, p. 151-165, 2017.
- ASHOK, K., BEHERA, S.; RAO, S. A.; WENG, H. El Niño Modoki and its possible teleconnection. **Journal of Geophysical Research**, v. 112, C11007, 2007, doi:10.1029/2006JC003798.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D.C. **El Niño e a agricultura da região Sul do Brasil**. EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, 1998. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/agromet/elniolanina/elniolo2.pdf>>. Acesso: 05 de maio 2019.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D.C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n.1, 1999.
- BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p. 423-432, 2005.
- CRUZ, G.; MINUZZI, R. B. Influência do fenômeno La Niña na precipitação pluvial na região oeste de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.22, p.85-87, 2009.
- CUNHA, G. R. et al. El Niño/La Niña – Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações. **Revista Plantio Direto**. Jan/Fev, 2011.
- GRIMM, A. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Ogrs). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 353-374.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Banco de dados agregados – Agricultura**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso: 04 mar. 2019.
- KIYUANA, I.; ASSUMPÇÃO, R. Os fenômenos El Niño e La Niña e os preços do feijão no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.31, n.6, jun. 2001.
- MATZENAUER, R. MACHADO, F. A. Disponibilidade hídrica para a cultura do milho em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n.1, p. 67-74, 2002.
- MATZENAUER, R.; RADIN, B. MALUF, J. R. T. O fenômeno ENOS e o regime de chuvas no Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, v. 25, n. 2, p. 331-341, 2017.
- MATZENAUER, R.; RADIN, B.; CARGNELUTTI FILHO, A. Rendimento de grãos de soja e de milho, no Rio Grande do Sul, não difere entre eventos El Niño Oscilação Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2018.
- MINUZZI, R.B. Chuvas em Santa Catarina durante eventos do El Niño oscilação sul. **Geosul**, Florianópolis, v.25, n.50, p 107-127, 2010.
- MINUZZI, R. B. Variabilidade no regime de chuva em Santa Catarina durante diferentes tipos de ENOS. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 26, n. 1, p. 113-122, 2018.

MINUZZI, R.B.; RIBEIRO, A. Jr. Requerimento de água para irrigação do milho em Santa Catarina durante eventos La Niña. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.12, 2012.

PHILLIPS, J.G.; CANE, M. A.; ROSENZWEING, C. ENSO, seasonal rainfall patterns and simulated maize yield variability in Zimbabwe. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.90, p.39-50, 1998.

SILVA, M. P.; GALATTO, S. L.; CAMASSOLA, T. M.; A variabilidade na precipitação pluviométrica média durante o El Niño 2015/16 em Chapecó, Indaial e Urussanga, municípios do estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v.23, 2017.

SOPPA, M. A.; SOUZA, R. B.; PEZZI, L. P. Variabilidade das anomalias de temperatura da superfície do mar no Oceano Atlântico Sudoeste e sua relação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26. n.3, 375 – 391, 2011.

YEH, S.; KUG, J. S.; DEWITTE, B.; KWON, M. H.; KIRTMAN, B. P.; JIN, F. F. El Niño in a changing climate. **Nature**, v. 461, p. 511-514, 2009.

REFERENCIAÇÃO

CARON, M. L.; MINUZZI, R. B. ENOS Canônico nas secas e produtividades de culturas de grãos em Chapecó e Urussanga, SC. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.1, p.53-61, set 2019.

Declaração: os trabalhos estão sendo publicados nesse número de AGROMETEOROS (v.27, n.1, set 2019) conforme foram aceitos pelo XXI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, realizado de 12 a 16 de agosto de 2019, em Catalão, Goiás, sem revisão editorial adicional da revista.



ENSO Canonical in the droughts and yield of grain crop in Chapecó and Urussanga, SC, Brazil

Matheus Luís Caron¹ and Rosandro Boligon Minuzzi^{1(*)}

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Av. Admar Gonzaga,1346, CEP 88034-001 Florianópolis, SC, Brazil.

E-mails: matheuscaron@outlook.com and rbminuzzi@hotmail.com

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 September 2019

Accepted 4 March 2020

Index terms:

soybean

maize

bean

ABSTRACT

The El Niño Southern Oscillation (ENSO) is seen as a factor of climate anomalies various regions of the globe, especially in precipitation. Therefore impacts on agricultural activities and productivity are recurrent. The objective of this study was to verify the influence of ENSO Canonical events on the yield of soybeans, beans and maize and the occurrence/intensity of droughts in the cities of Chapecó and Urussanga, Santa Catarina. Daily meteorological data from 1982 to 2017 of air temperature and precipitation were used to determine the occurrence/intensity of drought by the Moisture Available Index, Rainfall Anomaly Index and the Percentile. The yield of the microregions of Chapecó and Urussanga was obtained from 2001 to 2017 of the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The occurrence of El Niño Canonical provided positive yield deviations for the crops in Chapecó and Urussanga. The occurrence of La Niña Canônico determined positive deviations for the crops in both cities, with the exception of the beans for Chapecó. In Canonical EN years, monthly rainfall above normal is more frequent, especially from March to May. The variation of the monthly rainfall anomalies is higher in the years of Canonical LN.

© 2020 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

CARON, M. L.; MINUZZI, R. B. ENOS Canônico nas secas e produtividades de culturas de grãos em Chapecó e Urussanga, SC. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.27, n.1, p.53-61, set 2019.

Disclaimer: papers are published in this issue of AGROMETEOROS (v. 27, n.1, set 2019) as accepted by the XXI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, held August 12-16, 2019 in Catalão, Goiás State, Brazil, without further revision by editorial board.