

RISCO DE ESTRESSE HÍDRICO PARA O MILHO CULTIVADO EM CHAPECÓ DURANTE EVENTOS DA LA NIÑA MODOKI E CANÔNICO

Daniela de Pinho ⁽¹⁾, Rosandro Boligon Minuzzi⁽²⁾

⁽¹⁾ Acadêmica do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

⁽²⁾ Professor Adjunto, Depto. de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

* Autor correspondente – E-mail: daniela_pnh@hotmail.com

Resumo: Com o objetivo de avaliar o risco de estresse hídrico para o milho (*Zea mays*) cultivado em Chapecó (Santa Catarina) durante eventos da La Niña Modoki e Canônico. Foram utilizados dados climáticos diários de chuva, temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa, velocidade do vento e insolação, de 1983 até 2014. Com exceção da chuva, os demais dados meteorológicos foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ET_0) com o uso do software Cropwat 8.0. O risco de estresse hídrico por falta de água para o ciclo e período crítico do milho em anos de La Niña Modoki e Canônico foi avaliado pelo Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSI – Crop Water Stress Index), além do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) para avaliar a seca meteorológica. Conclui-se que a condição hídrica para o ciclo e a fase mais crítica do milho é em média de ‘adequada’ a ‘favorável’ durante eventos da La Niña Modoki e Canônica, para cultivos em solos de textura média e argilosa na região de Chapecó. Não houve diferença na condição hídrica do milho em anos de La Niña em relação aos anos neutros.

Palavras chave: *Zea mays*, balanço hídrico, índice de seca.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the water stress risk for maize (*Zea mays*) cultivated in Chapecó (Santa Catarina) during La Niña Modoki and Canônico events. Daily rainfall, maximum and minimum air temperature, relative humidity, wind speed and sunshine were used from 1983 to 2014. With exception of rainfall, other meteorological data were used to estimate the reference evapotranspiration (ET_0) with the use of Cropwat 8.0 software. The risk of water stress

due to lack of water for the cycle and critical period of maize in La Niña Modoki and Canônico years was evaluated by the Crop Water Stress Index (CWSI), in addition to the Standardized Precipitation Index (SPI) to evaluate the meteorological drought. Concluded that the water condition for the cycle and the most critical phase of maize is on the average from 'adequate' to 'favorable' during La Niña Modoki and Canônica events, for soils with sandy loam and clayey texture in the region of Chapecó. There was no difference in the water condition of maize in years of La Niña in relation to the neutral years.

Key words: *Zea mays*, water balance, drought index.

1. Introdução

Em muitas situações a variabilidade da precipitação na região sul do Brasil deve-se à ocorrência do fenômeno climático El Niño Oscilação Sul (ENOS). Esse fenômeno de relação oceano-atmosfera está associado a alterações dos padrões normais da temperatura da superfície do mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial entre a costa Peruana e o Pacífico Oeste, próximo a Austrália (LOPES et al., 2007), havendo duas fases: a fase quente e a fria.

A fase quente é caracterizada pelo aquecimento das águas do Pacífico Equatorial Leste (SILVA, 2006) quando se configura o El Niño. Esta anomalia dura de 12 a 18 meses, iniciando em meados de um ano (ano 0) e terminando na metade do seguinte (ano +1) com maior intensidade durante dezembro a janeiro (SILVA et al., 2012). Nessa situação, o centro de baixa pressão se desloca para o Pacífico central, pelo qual passa a ocorrer maior convecção, resultando num aumento da nebulosidade e chuva (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Na fase fria, ocorre o resfriamento da superfície do mar, que contribui para aumentar a pressão da superfície, conseqüentemente reduzindo a precipitação, se configurando na La Niña (VAREJÃO-SILVA, 2006). O período anual de início e final é semelhante ao El Niño (EN), apenas a sua duração é inferior, sendo de 10 a 15 meses (SILVA et al., 2012).

Os efeitos no clima mais notáveis causados pelo ENOS estão diretamente ligados à pluviosidade e a temperatura, afetando diversos setores, agrícola, social e econômico. Na região sul do Brasil, em anos de La Niña (LN), a ocorrência com déficit hídrico aumenta significativamente (PUCHALSKI, 2000), causando sérios problemas

às culturas de verão, como o milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*) (CUNHA; PIRES; DALMAGO, 2011).

Recentemente, Ashok et al. (2007) apresentaram um diferente tipo de EN chamado de EN Modoki, também referido por Yu e Kao (2007) como EN do Pacífico Central. Este tipo de EN, assim como a La Niña ocorrem no Pacífico Central, enquanto o EN/LN Canônico (ou Convencional) ocorre no Pacífico Leste. O termo Modoki é uma palavra em japonês que significa similar, porém diferente (ASHOK et al, 2007).

Estudos mostram que os impactos no clima do ENOS Modoki em relação ao Canônico em dado local, diferem entre si (ASHOK et al., 2007; LI et al., 2011). Manson e Goddard (2001) chamam a atenção que as respostas das fases do ENOS em muitas áreas nem sempre são contrárias, e os eventos de La Niña afetam 5 a 15% mais áreas continentais do que durante eventos El Niño.

O estado de Santa Catarina situa-se como o quinto maior produtor de milho no cenário nacional (CONAB, 2016). Sendo, o oeste catarinense a região com maior produção. Na região, o município de Chapecó é o maior produtor do cereal com uma média de 5,8 toneladas/hectare, equivalente ao ano de 2003 a 2015 (IBGE, 2016).

O cereal apresenta um período crítico quanto ao estresse por falta de água, sendo da pré-floração ao início do enchimento de grãos (LIMA; SANTOS, 2012). Esse fato ocorre, pois com maior índice de área foliar, somada a elevada transpiração, pode-se observar a sensibilidade ligada a processos fisiológicos na formação do zigoto e no início do enchimento de grãos (BERGAMASCHI; DALMAGO; BERGONCI, 2004).

Diante do exposto objetivou-se avaliar o risco de estresse hídrico para o milho cultivado em Chapecó durante eventos da La Niña Modoki e Canônico.

2. Material e Métodos

Foram utilizados dados diários de chuva, temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa, velocidade do vento e insolação, de 1983 até 2014, da estação meteorológica localizada em Chapecó (latitude: -27,09°, longitude: -52,64° e altitude de 679 m), sendo pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O clima do município é caracterizado como Cfa de acordo com a metodologia de Köppen, sendo mesotérmico úmido com o verão quente, temperatura e precipitação média anual de 19°C e 1.700 a 1.900 mm, respectivamente (SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2003).

Com exceção da chuva, os demais dados meteorológicos foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência (ET_0) com o uso do programa computacional Cropwat 8.0. A cronologia referente aos anos de ocorrência de La Niña Modoki e Canônico, foram definidos de acordo com o critério proposto por Yeh et al. (2009). A La Niña Modoki é caracterizada quando a anomalia da temperatura da superfície do mar (ATSM) da região Niño 4 está abaixo de $-0,5^\circ\text{C}$ e é menor do que a ATSM da região Niño 3, enquanto a La Niña Canônica configura-se quando a ATSM da região Niño 3 está abaixo de $-0,5^\circ\text{C}$ e é menor do que na região Niño 4 (Figura 1). Assim, têm-se como anos de La Niña Canônico: 1984/1985, 1985/1986, 1988/1989, 1995/1996, 1999/2000, 2007/2008; La Niña Modoki: 1983/1984, 1998/1999, 2000/2001, 2008/2009, 2010/2011; e Anos Neutros: 1989/1990, 1992/1993, 1993/1994, 1996/1997, 2001/2002, 2003/2004, 2005/2006, 2011/2012, 2013/2014. Os anos neutros foram considerados aqueles sem ocorrência de ambas as fases do ENOS.

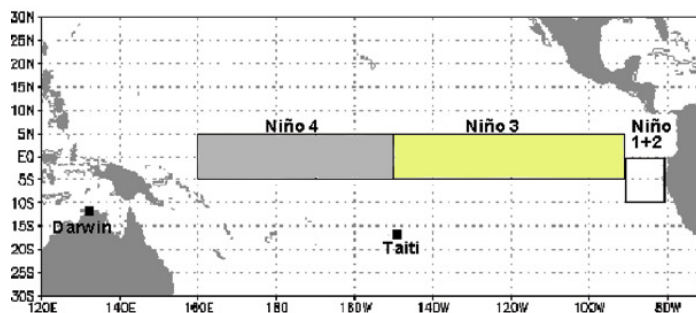


Figura 1. Localização das regiões Niño 3 e Niño 4 no Pacífico equatorial (Fonte: adaptado de LOPEZ; DINIZ; MARQUES, 2007).

O risco de estresse hídrico por falta de água para o milho em anos de La Niña foi avaliado pelo Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSI – Crop Water Stress Index), na qual, é um método teórico que a resposta é baseada na relação entre a evapotranspiração real (ETR) e a evapotranspiração máxima da cultura (ET_c), obtendo-se os valores através da equação 1:

$$Z = \left[\left(\frac{ARM}{CAD} \right) \right] * \left[\left(\frac{ETR}{ET_c} \right) \right] \quad (1)$$

em que a razão entre ETR e ET_c é representada por Z, ARM é o armazenamento de água no solo e o CAD é a capacidade de água disponível, sendo definido para o milho em três tipos de solo de acordo com a sua textura, a saber: solo de textura arenosa,

média e argilosa com CAD de 60, 140 e 200 mm (DOORENBOS; KASSAAM, 2000; MAROUELLI; BERGAMASCHI; BERLATO, 2008), respectivamente.

O ETR e o ARM foram obtidos pelo balanço hídrico sequencial decendial, utilizando-se a metodologia proposta por Thornthwaite & Matter (1955). A evapotranspiração máxima da cultura do milho (ET_c) foi obtida conforme equação 2:

$$ET_c = K_c * ET_0 \quad (2)$$

em que K_c, é o coeficiente da cultura que varia de acordo com as fases fenológicas do milho (área foliar), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Características da cultura do milho para as fases fenológicas inicial (I), de desenvolvimento vegetativo (DV), intermediária (IM) e de maturação (M).

	Fases fenológicas				Ciclo
	I	DV	IM	M	
Coeficiente da cultura (K _c)	0,3	-	1,1	0,7	-
Duração das fases	20	35	70	15	140

Fontes: Matzenauer; Silva; Silva (1998), Doorenbos e Kassaam (2000), Marouelli; Bergamaschi; Berlato (2008).

O cálculo do Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSI) foi obtido conforme equação 3:

$$CWSI = 1 - Z \quad (3)$$

Com os valores de CWSI, obtiveram-se as condições médias de satisfação hídrica (ACWSI), enquadrando-os nas seguintes classes, conforme exposto na Tabela 2.

Tabela 2. Acumulação do CWSI (ACWSI) e as condições médias de satisfação hídrica.

ACWSI	Condições médias de satisfação hídrica
0,8 < ACWSI ≤ 1,0	Críticas
0,6 < ACWSI ≤ 0,8	Desfavoráveis
0,4 < ACWSI ≤ 0,6	Razoáveis
0,2 < ACWSI ≤ 0,4	Adequadas
0,1 < ACWSI ≤ 0,2	Favoráveis
ACWSI ≤ 0,1	Ótimas

O CWSI também foi utilizado para averiguar a situação de estresse durante a fase crítica do milho (pré-floração ao início do enchimento de grãos, equivalente ao dia 73 aos 111 após a semeadura), juntamente com o Índice de Precipitação Padronizado (SPI) (equação 4), para avaliar a seca meteorológica:

$$SPI = \frac{P - \bar{P}}{\sigma_P} \quad (4)$$

em que, P é a precipitação do período (pré-floração ao início do enchimento de grãos), \bar{P} e σ_P é a média climatológica e o desvio padrão da precipitação do período, respectivamente. Os resultados do SPI são enquadrados nas seguintes categorias:

Tabela 3. Valores do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) e respectivas categorias de seca ou de umidade

SPI	Categorias
$\geq 2,00$	Extremamente Úmido
1,50 a 1,99	Severamente Úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente Úmido
-0,90 a 0,99	Normal
-1,00 a -1,49	Moderadamente Seco
-1,50 a -1,99	Severamente Seco
$\leq 2,00$	Extremamente Seco

Os valores médios de ACWSI obtidos para os anos de La Niña Modoki e Canônico foram comparados estatisticamente ao nível de 5% de significância, com o risco hídrico médio do milho obtido durante os anos neutros. O software Past foi utilizado para averiguar a significância estatística com o uso do valor-p.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 4 apresenta o acúmulo do índice de estresse hídrico da cultura (ACWSI) do milho semeado em diferentes datas durante anos de La Niña Modoki e Canônico para solos com diferentes capacidades de armazenamento (CAD). Em média para solos com textura arenosa (menor CAD) a condição para satisfação hídrica do milho é considerada ‘adequada’ durante anos do La Niña. Como essa condição também

é observada para anos neutros, a diferença da condição hídrica em relação aos anos de La Niña é inexpressiva independente se a semeadura é feita de forma precoce ou tardia (Tabela 4a). Para solos com textura média ou argilosa, a diferença entre a média do ACWSI de anos neutros em relação a La Niña também é estatisticamente inexistente.

No entanto, em ambas as situações, a satisfação hídrica para o milho apresenta uma condição 'favorável' (Tabela 4b e 4c), ou seja, melhor do que para solos com textura arenosa. Essa melhor condição hídrica com o aumento da capacidade de armazenamento de água no solo, corrobora com os resultados de Sans et al. (2001), que na medida que aumenta a CAD há menor risco quando se atrasa a semeadura, apesar do que, a condição hídrica foi indiferente entre as duas datas de semeadura escolhidas neste estudo para Chapecó.

Mesmo que não tenha havido diferença estatisticamente significativa entre as médias do ACWSI de anos neutros e de La Niña Modoki e Canônico, isso não isenta de condições hídricas classificadas como 'razoáveis' em alguns eventos do La Niña, mas somente observados nos Canônicos, como o de 1995/96, para semeadura precoce, e em 2007/08, para ambas as semeaduras e em solos com textura arenosa (Tabela 4a).

Tabela 4. Acumulação do índice de estresse hídrico da cultura (ACWSI) durante todo o ciclo do milho semeado em 1º de outubro e 1º de dezembro com Capacidade de Armazenamento do solo (CAD) 60 (a), 140 (b) e 200 (c) em eventos La Niña Canônico (LNC) e La Niña Modoki (LNM) para o município de Chapecó, Santa Catarina e a média das respectivas La Niñas e anos neutros (AN).

CAD 60												
a	LNC	1984/85	1985/86	1988/89	1995/96	1999/00	2007/08	Média		Diferença		
								LNC	AN	LNC	AN	
	01/out	0,240	0,348	0,195	0,445	0,235	0,477	0,323	0,294	0,029 ^{ns}		
	01/dez	0,181	0,182	0,063	0,135	0,312	0,511	0,231	0,244	-0,014 ^{ns}		
CAD 140												
b	LNM	1983/84	1998/99	2000/01	2008/09	2010/11	LNM	AN	LNM	AN	Diferença	
											LNM	AN
	01/out	0,230	0,306	0,264	0,378	0,200	0,276	0,294			-0,018 ^{ns}	
	01/dez	0,239	0,222	0,183	-	0,200	0,211	0,244			-0,033 ^{ns}	
CAD 140												
b	LNC	1984/85	1985/86	1988/89	1995/96	1999/00	2007/08	Média		Diferença		
								LNC	AN	LNC	AN	
	01/out	0,133	0,263	0,121	0,193	0,146	0,340	0,200	0,198	0,002 ^{ns}		
	01/dez	0,105	0,123	0,037	0,086	0,194	0,403	0,158	0,167	-0,009 ^{ns}		
CAD 140												
b	LNM	1983/84	1998/99	2000/01	2008/09	2010/11	LNM	AN	LNM	AN	Diferença	
											LNM	AN
	01/out	0,170	0,185	0,194	0,323	0,131	0,201	0,198			0,003 ^{ns}	
	01/dez	0,132	0,148	0,117	-	0,120	0,129	0,167			-0,039 ^{ns}	

CAD 200											
c	LNC	1984/85	1985/86	1988/89	1995/96	1999/00	2007/08	Média		Diferença	
								LNC	AN	LNC	AN
	01/out	0,102	0,216	0,164	0,163	0,113	0,277	0,173	0,158	0,015 ^{ns}	
	01/dez	0,079	0,103	0,028	0,067	0,150	0,342	0,128	0,134	-0,006 ^{ns}	

	LNM	1983/84	1998/99	2000/01	2008/09	2010/11	LNM	AN	Média		Diferença	
									LNM	AN	LNM	AN
	01/out	0,135	0,142	0,163	0,286	0,105	0,166	0,158		0,008 ^{ns}		
	01/dez	0,099	0,116	0,090	-	0,099	0,101	0,134		-0,034 ^{ns}		

^{ns} não significativo ao nível de 5%

Tão importante quanto analisar a condição hídrica para todo o ciclo, é detalhar esta informação para a fase crítica do milho (Tabela 5), já que, havendo um bom suprimento de água durante esta fase fenológica (seja por irrigação ou precipitação) é o suficiente para que não hajam perdas na produtividade (BERGAMASCHI; DALMAGO; BERGONCI, 2004; BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009).

Com a análise numa escala de tempo menor do que em relação à duração de todo o ciclo, ficou mais perceptível às situações de estresse por falta de água para a cultura em alguns eventos de La Niña, principalmente os Canônicos em solos de textura arenosa e semeadura precoce (Tabela 5a). Como exemplo mais expressivo, tem-se o evento de 2007/08 em que a condição hídrica atingiu uma situação ‘desfavorável’ e ‘crítica’, para semeaduras feitas no início de outubro e de dezembro, respectivamente (Tabela 5a). Esta La Niña Canônico foi deveras intensa que até em solos com maior capacidade de armazenamento de água a condição hídrica foi ‘desfavorável’, especialmente nas semeaduras tardias (Tabelas 5b e 5c). De acordo com Zinselmeier et al. (1995, apud, BERGAMASCHI; DALMAGO; COMIRON, 2006), nessa fase fenológica o milho possui uma sensibilidade maior ao déficit hídrico, devido aos processos fisiológicos vinculados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos, além da elevada transpiração, decorrente da maior área foliar e carga energética proveniente da radiação solar (BERGAMASHI et al., 2004). Somado a isto, o cereal por ser uma cultura C₄, apresenta taxa fotossintética elevada, respondendo com elevados rendimentos ao aumento da intensidade luminosa (LANDAU; SANS; SANTANA, 2010).

Ademais, o milho semeado tardiamente em anos La Niña Modoki e Canônico sempre teve em média uma melhor condição hídrica em todos os tipos de solo do que no comparativo com a semeadura precoce. Isto é coerente por considerar que o bimestre outubro/novembro é o mês mais afetado em Santa Catarina por eventos La Niña de intensidade forte e moderada, quando as chuvas tendem a ficar bem abaixo da média (CRUZ; MINUZZI, 2009).

Quanto a ausência de diferença na condição hídrica em eventos La Niña em relação aos anos neutros, é a grande variabilidade na distribuição de chuvas durante o verão, corroborando com os dados de Alberto et al. (2006), no estado do Rio Grande do Sul. Bergamaschi; Dalmago e Bergonci (2004) verificaram que pode haver redução de rendimento mesmo em anos climaticamente favoráveis de chuvas, desde que ocorra déficit hídrico no período crítico.

Tabela 5. Acumulação do índice de estresse hídrico da cultura (ACWSI) durante o período crítico do ciclo do milho semeado em 01 de dezembro e 01 de outubro com Capacidade de Armazenamento do solo (CAD) 60 (a), 140 (b) e 200 (c) em eventos La Niña Canônico (LNC) e La Niña Modoki (LNM) para o município de Chapecó, Santa Catarina e a média das respectivas La Niña e anos neutros (AN).

CAD 60												
a	LNC	1984/85	1985/86	1988/89	1995/96	1999/00	2007/08	Média		Diferença		
								LNC	AN	LNC	AN	
	01/out	0,413	0,520	0,322	0,207	0,257	0,682	0,400	0,460	-0,060 ^{ns}		
	01/dez	0,162	0,220	0,134	0,081	0,424	0,865	0,314	0,312	0,002 ^{ns}		
CAD 60												
	LNM	1983/84	1998/99	2000/01	2008/09	2010/11	LNM	AN	Média		Diferença	
									LNM	AN	LNM	AN
	01/out	0,458	0,365	0,451	0,560	0,417	0,450	0,460			-0,010 ^{ns}	
	01/dez	0,390	0,370	0,157	-	0,118	0,259	0,312			-0,053 ^{ns}	
CAD 140												
b	LNC	1984/85	1985/86	1988/89	1995/96	1999/00	2007/08	Média		Diferença		
								LNC	AN	LNC	AN	
	01/out	0,260	0,428	0,213	0,302	0,166	0,470	0,306	0,318	-0,012 ^{ns}		
	01/dez	0,084	0,114	0,071	0,039	0,260	0,711	0,213	0,229	-0,016 ^{ns}		
CAD 140												
	LNM	1983/84	1998/99	2000/01	2008/09	2010/11	LNM	AN	Média		Diferença	
									LNM	AN	LNM	AN
	01/out	0,320	0,214	0,368	0,508	0,284	0,339	0,318			0,318 ^{ns}	
	01/dez	0,210	0,235	0,099	-	0,076	0,155	0,229			0,229 ^{ns}	

CAD 200											
c	LNC	1984/85	1985/86	1988/89	1995/96	1999/00	2007/08	Média		Diferença	
								LNC	AN	LNC	AN
	01/out	0,202	0,358	0,332	0,266	0,129	0,375	0,277	0,224	0,053 ^{ns}	
	01/dez	0,061	0,084	0,052	0,028	0,199	0,605	0,172	0,186	-0,014 ^{ns}	

	LNM	1983/84	1998/99	2000/01	2008/09	2010/11	Média		Diferença	
							LNM	AN	LNM	AN
	01/out	0,252	0,163	0,317	0,455	0,228	0,283	0,224	0,059 ^{ns}	
	01/dez	0,155	0,182	0,076	-	0,070	0,121	0,186	-0,065 ^{ns}	

^{ns} não significativo ao nível de 5%

O La Niña Canônico de 2007/08 é um bom exemplo da má distribuição das chuvas em anos de ocorrência do fenômeno climático. Na Figura 2, pode-se observar que da semeadura até o início da fase mais crítica da cultura (decêndio 7) a condição hídrica era ‘adequada’ para solos com textura média e argilosa que são os predominantes em Chapecó. Minuzzi e Ribeiro (2012) utilizando a diferença entre a evapotranspiração máxima do milho e a chuva efetiva, encontraram o maior requerimento de irrigação durante a La Niña de 2007/08 para Chapecó. Porém, Brunini et al. (2001) atentam que os diferentes tipos de solo (CAD variado), induzem a um comportamento distinto das cultivares e, em consequência, a diferentes respostas na produtividade

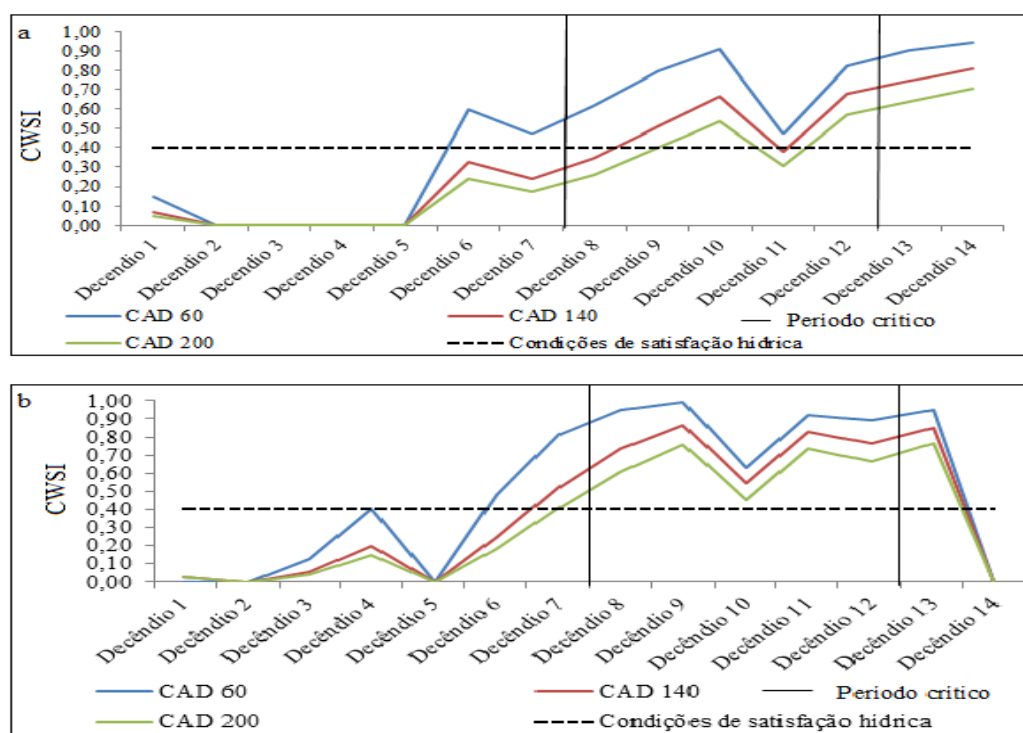


Figura 2. Índice de estresse hídrico da Cultura (CWSI) por decêndio durante todo o ciclo do milho semeado em 1º de outubro (2a) e 1º de dezembro (2b) durante o ano 2007/08 do evento La Niña Canônico (LNC) com destaque ao período crítico.

Mesmo não sendo um índice de seca agrícola como o ACWSI, os valores do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) destacados na Tabela 6 ratificam que a condição hídrica não tende diferir a da observada em anos neutros, pois seja em anos de La Niña Modoki quanto Canônico, as ocorrências de ‘seca’ foram mínimas durante o período crítico da cultura. Associando esta tendência, Minuzzi e Ribeiro (2012) praticamente não encontraram diferença entre o requerimento médio de irrigação do

milho em anos de La Niña em relação aos anos neutros no estado de Santa Catarina. Puchalski (2000) mostra que com La Niña, ocorre a diminuição da precipitação durante a primavera e verão. Porém, além da quantidade, verifica-se que há maior variabilidade das chuvas, e redução no número de dias chuvosos (FONTANA; ALMEIDA, 2002).

Tabela 6. Valores do índice de precipitação padronizado (SPI) e respectivas categorias durante o período crítico do milho, semeado em 1º de outubro (6a) e 1º de dezembro (6b) em eventos La Niña Canônico e Modoki (LNM) para o município de Chapecó, Santa Catarina.

a	La Niña Canônico	Precipitação	SPI	Categoria
	1984/85	229,7	-1,07	Moderadamente Seco
	1985/86	347,3	0,16	Normal
	1988/89	336,8	0,05	Normal
	1995/96	456,3	1,30	Moderadamente Úmido
	1999/00	408,8	0,80	Normal
	2007/08	214,6	-1,23	Moderadamente Seco
	La Niña Modoki	Precipitação	SPI	Categoria
	1983/84	240,3	-0,81	Normal
	1998/99	448,4	0,65	Normal
	2000/01	326,3	-0,21	Normal
	2008/09	214	-1,00	Moderadamente Seco
	2010/11	551,4	1,37	Moderadamente Úmido

b	La Niña Canônico	Precipitação	SPI	Categoria
	1984/85	455,5	1,28	Moderadamente Úmido
	1985/86	291,2	-0,06	Normal
	1988/89	300,3	0,01	Normal
	1995/96	405,6	0,88	Normal
	1999/00	221,4	-0,63	Normal
	2007/08	118,9	-1,48	Moderadamente Seco
	La Niña Modoki	Precipitação	SPI	Categoria
	1983/84	209	-1,04	Moderadamente Seco
	1998/99	259,7	-0,63	Normal
	2000/01	407,2	0,56	Normal
	2010/11	475,7	1,11	Moderadamente Úmido

4. Conclusões

A condição hídrica para o ciclo e a fase mais crítica do milho é em média de ‘adequada’ a ‘favorável’ durante eventos da La Niña Modoki e Canônica, para cultivos em solos de textura média e argilosa na região de Chapecó.

Em média não há diferença na condição hídrica do milho em anos de La Niña em relação aos anos neutros.

Referências Bibliográficas

ALBERTO, C.M.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; BURIOL, G.A. & MEDEIROS, S.L.P. Água no solo e rendimento do trigo, soja e milho associados ao El Niño Oscilação Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1067-1075, 2006.

ASHOK, K., BEHERA, S. K., RAO, S. A., et al, El Niño Modoki and its possible teleconnection. **Journal of Geophysical Research**, v.112, C11007, 2007, doi:10.1029/2006JC003798.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I, et al., Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.831-839, 2004.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; et al., Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.2, p.243-249, 2006.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. Milho. In: Monteiro, J. E. B. A. (ed.) Agrometeorologia dos cultivos: **O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. Cap.14, p.239-260.

BRUNINI, O.; ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H. S., et al., Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.519-526, 2001.

CRUZ, G.; MINUZZI, R. B. Influência do fenômeno La Niña na precipitação pluvial na região Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, v.22, p.85-87, 2009.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento de safras.

Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> >. Acesso em: 26 Jul. 2016.

CUNHA, G. R. da, PIRES, J. L., DALMAGO, G. A., El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações. **Revista Plantio Direto**, v.20, n.121, p.18-22, jan./fev. 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33

FONTANA, D. C.; ALMEIDA, T.S. Climatologia do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, n.1, p. 11-23, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados agregados Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br> >. Acesso em: 05 Jul. 2011.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. Embrapa Milho e Sorgo Sistema de Produção, ISSN 1679-012X, Versão Eletrônica – 6.ed., Set. 2010. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/climaesolo.htm>. Acesso em: 28 out. 2016.

LI, W. et al. Impact of two different types of El Niño events on the Amazon climate and ecosystem productivity. **Journal of Plant Ecology**, v. 4, p. 91-99, 2011.

LIMA, R.; SANTOS, R. F, **Estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Nova Cantu – PR**, Cascavel, v.5, n.1, p.9-20, 2012.

LOPES, F. Z., DINIZ, G. B., MARQUES, J. R., Relação entre o Multivariate Enso Index (MEI) e a TSM das regiões dos Niños com a precipitação em regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul, **Anuário do Instituto de Geociências**, v.30 n.2, 2007.

MANSON, S.J.; GODDARD, L. Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO. **Bulletim of the American Meteorological Society**, Washington, v.82, n.4, p.619-638, 2001.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; SILVA, H. R. da. **Irrigação por aspersão em hortaliças: Qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150p.

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A. Evapotranspiração da cultura do milho. II – Relações com a evaporação do tanque Classe “A”, com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global, em três épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.15-21, 1998.

MINUZZI, R.B.; RIBEIRO, A.J. 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, p.1330-1337, 2012.

PUCHALSKI, L. A., **Efeitos associados ao El Niño e La Niña na temperatura média, precipitação pluvial e no déficit hídrico no estado do Rio Grande do Sul**. 2000. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

SANS, L. M. A.; ASSAD, D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região centro-oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 527-539, 2001.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, Chapecó, **Caracterização Regional**, 2003. Disponível em:

<http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/diagnostico/CHAPECO.pdf>

Acesso em: 05 jul. 2016.

SILVA, D. F.; SOUSA, A. B. de; MAIA, L. M., Efeitos da associação de eventos de ENOS e ODP sobre o estado do Ceará, **Revista de Geografia (UFPE)** v.29, n.29, p.114-135, 2012.

SILVA, L. F. **Precipitação do norte e nordeste brasileiro e padrões de temperatura da superfície e pressão ao nível do mar: relações com as fases do El Niño/Oscilação Sul e Oscilação Decadal do Pacífico**. 2006. 95p. Dissertação (Mestrado) – Instituto nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2006.

VAREJÃO - SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital 2. Recife, PB, março, 463p. 2006.

YEH, S. et al. El Niño in a changing climate. **Nature**, v. 461, p.511-514, 2009.

YU, J.-Y.; KAO, H.-Y. Decadal changes of ENSO persistence barrier in SST and ocean heat content indices: 1958–2001. **Geophysical Research Letters**, v.112, 2007. D13106, doi:10.1029/2006JD007654.