

INDICAÇÕES DE DATAS DE SEMEADURA PARA A SOJA E O MILHO SAFRINHA EM ANOS DE EL NIÑO E LA NIÑA CANÔNICOS NO MUNICÍPIO DE CHAPECÓ, ESTADO DE SANTA CATARINA

Anna Letícia Colpo¹, Rosandro Boligon Minuzzi²

RESUMO – O El Niño Oscilação Sul é o fenômeno natural de maior impacto nas oscilações climáticas de escala interanual e tem sido associado a variações nos rendimentos agrícolas de várias regiões do mundo. Por isso, o objetivo do estudo é indicar as datas de semeadura para a soja e o milho safrinha que tendem a trazer menor prejuízo na produção de biomassa durante eventos do El Niño (ENC) e La Niña Canônicos (LNC) no município de Chapecó. Dados meteorológicos de 1982 a 2015 foram inseridos no software Aquacrop 6.1 para estimar a produção de biomassa da soja, de ciclo precoce e normal, em diferentes datas de semeadura de 1º de outubro (1º/10) a 1º de dezembro (1º/12). Para o milho, as simulações consideraram variedade de ciclo precoce e semeaduras feitas entre 1º de janeiro (1º/1) e 1º de fevereiro (1º/2), espaçadas em decêndios. Em ambas as culturas, a semeadura foi simulada para solos de textura média e argilosa. Independentemente do tipo de solo, em anos de ENC a data de semeadura mais indicada para a soja foi em 1º/10 (ciclo precoce) e 1º/12 (ciclo normal), enquanto que para o milho a que se mostrou mais vantajosa foi a do dia 10/1. Em anos de LNC, a data de semeadura da soja que apresentou resultado mais satisfatório, para ambos os ciclos e solos, foi a do dia 1º/12. Para o milho, também em anos de LNC, a data de semeadura mais indicada foi o dia 10/1.

Palavras chave: biomassa, déficit hídrico, ENOS.

INDICATIONS OF SOWING DATES FOR SOYBEAN AND OFF-SEASON MAIZE IN EL NIÑO AND LA NIÑA CANONICAL YEARS IN CHAPECÓ, SANTA CATARINA STATE

ABSTRACT – The El Niño Southern Oscillation is the natural phenomenon with the greatest impact on interannual scale climatic oscillations and has been associated with variations in agricultural yields in various regions of the world. Therefore, the aim of this study is to indicate the sowing dates for soybean and off-season maize, which tend to cause less damage the biomass production during El Niño (ENC) and La Niña Canonical (LNC) events in Chapecó. Meteorological data from 1982 to 2015 were used in the Aquacrop 6.1 software to estimate the production of soybean biomass, early and normal cycle, on different sowing dates from October 1st (1st/10) to December 1st (1st/12). For maize, the simulations considered early cycle variety and sowings made between January 1st (1st/1) and February 1st (1st/2), spaced in ten-day. In both crops, sowing was simulated for soils with sandy loam and clayey texture. Regardless of soil type, in years of ENC the most indicated sowing date for soybean was in 1st/10 (early cycle) and 1st/12 (normal cycle), while for maize to which it was most advantageous was that of day 10/1. In LNC years, the date of soybean sowing that presented the most satisfactory result for both cycles and soils was that of day 1st/12. For maize, also in LNC years, the most indicated sowing date was day 10/1.

Keywords: biomass, ENSO, water deficit.

¹ Agrônoma, Empresa Dilso José Colpo, Estrada Fazenda São Luiz, 85921-000, Toledo, PR. E-mail: annacolpo@gmail.com

² Professor do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Catarina, Av. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, 88034-001, Florianópolis, SC. E-mail: rosandro.minuzzi@ufsc.br



INTRODUÇÃO

A explicação de anomalias climáticas persistentes e as previsões de escala sazonal ou interanual tem levado como base de seu desenvolvimento a identificação dos fenômenos que causam influência no clima de localidades afastadas de seu ponto de origem por meio de teleconexões atmosféricas (Cunha, 1997). Nesse contexto está inserido o El Niño Oscilação Sul (ENOS), um fenômeno climático natural que caracteriza-se devido às anomalias da temperatura da superfície do mar (componente oceânica) do Pacífico Equatorial juntamente com a Oscilação Sul (componente atmosférica).

A variação irregular que ocorre em torno das condições normais nas componentes oceânica e atmosférica na região do Pacífico, 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) e o outro extremo, representado pelas condições de El Niño (EN), quando ocorre um aquecimento das águas superficiais e diminuição na pressão atmosférica na região leste do Pacífico Equatorial (também denominada fase quente) (Cunha et al., 2011).

Ashok et al. (2007) especificam que o ENOS pode ser classificado como Modoki ou Canônico, em função da área onde as anomalias de TSM ocorrem, sendo predominantes na parte central e leste do oceano Pacífico, respectivamente. No comparativo entre os diferentes tipos de El Niño e La Niña, Wang & Wang (2013) sugerem que as anomalias de chuva no sul da China durante o outono e inverno estão positivamente correlacionadas com o EN Canônico, mas não com o EN Modoki. No Brasil, Minuzzi (2018) analisou a variabilidade no regime de chuvas em Santa Catarina durante a ocorrência de diferentes tipos de ENOS. Encontrou que o total de chuva durante a primavera, verão e outono possui tendência marcante e definida apenas durante eventos de El Niño Canônico, com chuva acima da normalidade.

A região Sul do Brasil possui boa parte de sua economia dependente do agronegócio, que por sua vez tem seu volume produtivo diretamente influenciado pela variabilidade climática, fazendo com que um ano seja, ora favorável, ora desfavorável à produção agrícola (Cera & Ferraz, 2015). De acordo com Cunha (1997), a principal causa de risco para a produção no campo pode ser considerada a variabilidade climática não prevista, sendo o monitoramento e as previsões de fenômenos como o ENOS de extrema importância para o planejamento de atividades

na agricultura das regiões mais afetadas por esses eventos climáticos.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo indicar as datas para semeadura de soja e milho safrinha que resultem em menores reduções na produção durante anos de El Niño e La Niña Canônicos no município de Chapecó.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados diários de chuva, temperatura mínima e máxima do ar, umidade relativa, velocidade do vento e insolação de 1982 a 2015 da estação meteorológica de Chapecó (latitude: -27,09°, longitude: -52,64° e altitude: 679 metros), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A evapotranspiração de referência foi estimada usando o método Penman-Monteith (Allen et al., 1998). Os dados mensais de temperatura da superfície do mar (TSM) com resolução espacial 1°x1° nas regiões Niño 3 e Niño 4 do Pacífico, foram obtidos da base de dados da *International Research Institute for Climate Prediction* (IRI).

O método utilizado para definir a cronologia de eventos de El Niño Canônico (ENC) e La Niña Canônico (LNC) foi o desenvolvido por Yeh et al. (2009), em que o ENC (LNC) é caracterizado quando a anomalia da TSM da região Niño 3 está acima de 0,5°C (abaixo de -0,5°C) e que seja maior (menor) do que a anomalia da TSM da região Niño 4.

Assim, os anos neutros (AN) foram definidos como aqueles em que não houve ocorrência de nenhum tipo de ENOS (Tabela 1). Os anos com ausência de dados meteorológicos foram desconsiderados da análise.

Tabela 1 - Cronologia de ocorrência de El Niño Canônico, La Niña Canônica e anos neutros

El Niño Canônico (ENC) - 1982/83, 1986/87, 1991/92, 1997/98, 2006/07, 2009/2010
La Niña Canônica (LNC) - 1984/85, 1985/86, 1988/89, 1995/96, 1999/00, 2007/08
Anos Neutros (AN) - 1989/90, 1992/93, 1993/94, 1996/97, 2003/04, 2005/06, 2011/12, 2012/13, 2013/14

Para a obtenção do percentual de redução na produção de biomassa de soja e de milho em diferentes datas de semeadura foi utilizado o software AquaCrop 6.1. As simulações foram realizadas para safra de soja,

iniciando com a data de semeadura no dia 1º de outubro (1º/10) e finalizando no dia 1º de dezembro (1º/12), sendo elas espaçadas em decêndios. Para o milho, o estudo foi feito considerando o calendário adotado para a segunda safra (safrinha). Assim, as simulações consideraram semeaduras feitas entre os dias 1º de janeiro (1º/1) e 1º de fevereiro (1º/2), também espaçadas em decêndios, desde que, a colheita não ultrapassasse o segundo decêndio de maio devido a aptidão térmica (Minuzzi & José, 2017). Os dados de entrada utilizados no software foram relacionados aos parâmetros meteorológicos previamente citados, as características do solo considerados de textura média e argiloso e das culturas, sendo a soja de ciclo precoce e normal e o milho de ciclo precoce.

Foi considerada a densidade de plantas da soja e do milho, de 333 mil plantas.ha⁻¹ e 75 mil plantas.ha⁻¹, a cobertura máxima do dossel atingindo 100% e 85% e a profundidade máxima possível do sistema radicular efetivo como sendo 70 cm e 50 cm, respectivamente.

A duração do ciclo das culturas para cada simulação foi obtida pelo cálculo dos graus-dias acumulado (GDA), usando o método proposto por MacMaster & Wilhelm (1997), com a modificação de que nenhum ajuste é feito a temperatura mínima quando ela fica abaixo da temperatura basal inferior. O acúmulo térmico necessário para as culturas atingirem determinadas fases fenológicas e, conseqüentemente, a duração do ciclo, a partir da

semeadura, foi obtido executando o modelo pela primeira vez, considerando a duração dos estádios fenológicos em dias para uma cultivar de soja de ciclo precoce e normal e do milho de ciclo precoce.

Em seguida, os parâmetros foram convertidos automaticamente em unidades térmicas baseada no conceito dos graus dia (GD). Esta parametrização foi realizada, considerando que a temperatura crítica inferior não é um fator limitante para a soja e o milho no clima de Santa Catarina no período em que foram feitas as simulações (Steduto et al., 2012).

Os dados dos solos de textura argilosa e média utilizados para as simulações apresentaram ponto de murcha permanente de 15% e 10% e capacidade de campo de 31% e 22%, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O percentual de redução de biomassa de soja cultivada em solo médio e solo argiloso em anos de El Niño Canônico para diferentes datas de semeadura e utilizando-se de cultivares de ciclo precoce e normal pode ser visualizado na Tabela 2. Mesmo não havendo diferenças expressivas nos percentuais de redução de biomassa entre as diferentes datas de semeadura, para a soja de ciclo precoce cultivada em ambos os solos, em média a data mais propícia para a semeadura da cultura foi em 1º/10, enquanto que para cultivares de ciclo normal a data indicada é 1º/12.

Tabela 2 - Redução percentual de produção de biomassa de soja de ciclos precoce e normal (precoce / normal) cultivada em solo médio (2a) e solo argiloso (2b) em anos de El Niño Canônico (ENC) em Chapecó para diferentes datas de semeadura

ENC	Datas de semeadura						
	1º/10	10/10	20/10	1º/11	10/11	20/11	1º/12
2a							
1982/83	06 / 14	09 / 16	13 / 16	23 / 18	23 / 19	24 / 16	26 / 13
1986/87	36 / 33	41 / 31	43 / 30	38 / 29	44 / 24	39 / 19	27 / 18
1991/92	24 / 18	28 / 15	28 / 14	23 / 21	19 / 25	21 / 24	30 / 18
1997/98	04 / 06	05 / 07	08 / 05	12 / 04	09 / 04	06 / 04	04 / 02
2006/07	20 / 10	15 / 09	14 / 07	11 / 09	10 / 11	11 / 11	16 / 08
Média	18 / 16,2	19,6 / 15,6	21 / 14,4	21,4 / 16,2	21 / 16,6	20,2 / 14,8	20,6 / 11,8
2b							
1982/83	02 / 08	05 / 09	08 / 08	14 / 10	13 / 11	15 / 09	18 / 08
1986/87	26 / 23	32 / 24	32 / 21	30 / 20	33 / 17	28 / 12	28 / 11
1991/92	15 / 09	18 / 08	17 / 09	13 / 11	11 / 16	13 / 17	20 / 13
1997/98	02 / 02	02 / 03	03 / 03	06 / 02	05 / 03	04 / 03	02 / 02
2006/07	15 / 05	08 / 04	05 / 03	05 / 03	04 / 04	04 / 05	07 / 04
Média	11,8 / 9,4	13 / 9,6	13 / 8,8	13,6 / 9,2	13,2 / 10,2	12,8 / 9,2	15 / 7,6



Em média, as reduções na produção de biomassa da soja foram maiores para as cultivares de ciclo precoce, sendo maior esta diferença em relação às cultivares de ciclo normal, quanto mais tardia a semeadura. Relevante destacar que na análise por eventos, os dois ‘Super El Niños’ (1982/83 e 1997/98) que ocorreram dentro do período analisado neste estudo foram unânimes em indicar para ambas as cultivares, reduções relativamente expressivas de biomassa para semeaduras feitas durante o primeiro decêndio de outubro. Wang et al. (2019) alertam que o ‘Super El Niño’ terá uma frequência cada vez maior no futuro breve, devido ao aquecimento das águas do oeste do Pacífico causado pela ação humana nas últimas décadas. Especificam que um ‘Super El Niño’ é caracterizado quando a TSM do Pacífico equatorial fica de 3 a 4°C acima da média, como observado nos eventos de 1982/83, 1997/98 e 2015/16.

O ENC de 1986/87 foi o que resultou em maiores reduções na produção de biomassa da soja, coincidentemente foi o único evento, dentre os cinco analisados, que foi precedido de uma La Niña, isto é, mesmo que a partir de outubro de 1986 houvesse a configuração no Pacífico para um ENC, a atmosfera ainda poderia estar respondendo as condições do oceano de alguns meses anteriores, quando a TSM ainda estava fria. Essa defasagem temporal na resposta da atmosfera em função da TSM é explicada por Kayano & Sansigolo (2009).

Para anos de La Niña Canônica, a data de semeadura que apresentou resultados mais satisfatórios em função da redução de biomassa da soja foi 1º/12, para ambas as cultivares nos dois tipos de solos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 - Redução percentual de produção de biomassa de soja de ciclos precoce e normal (precoce / normal) cultivada em solo médio (3a) e solo argiloso (3b) em anos de La Niña Canônica (LNC) em Chapecó para diferentes datas de semeadura

LNC	Datas de semeadura						
	1º/10	10/10	20/10	1º/11	10/11	20/11	1º/12
3a							
1984/85	13 / 16	14 / 17	19 / 19	22 / 24	27 / 29	29 / 29	36 / 24
1985/86	50 / 47	58 / 42	71 / 36	64 / 31	50 / 24	33 / 17	21 / 15
1988/89	25 / 21	20 / 21	21 / 20	21 / 11	28 / 07	18 / 06	10 / 04
1995/96	41 / 36	42 / 32	44 / 25	53 / 17	30 / 12	28 / 08	13 / 06
1999/00	44 / 29	45 / 30	42 / 32	40 / 31	39 / 28	40 / 23	35 / 23
2007/08	15 / 32	21 / 35	30 / 36	34 / 39	41 / 38	49 / 38	44 / 38
Média	31,3 / 30	33 / 29,5	37,8 / 28	39,5 / 25,5	35,8 / 23	32,8 / 20,2	26,5 / 18,3
3b							
1984/85	07 / 11	09 / 11	12 / 11	13 / 13	17 / 18	19 / 21	23 / 17
1985/86	43 / 41	49 / 36	59 / 26	49 / 19	38 / 15	23 / 11	11 / 03
1988/89	18 / 14	15 / 14	13 / 13	31 / 07	22 / 05	14 / 05	07 / 04
1995/96	33 / 28	33 / 24	34 / 19	41 / 12	37 / 09	20 / 06	07 / 04
1999/00	35 / 18	34 / 18	31 / 21	27 / 20	27 / 18	29 / 14	24 / 15
2007/08	09 / 25	13 / 28	22 / 27	25 / 31	29 / 31	39 / 31	34 / 33
Média	24,1 / 22,8	25,5 / 21,8	28,5 / 19,5	31 / 17	28,3 / 16	24 / 14,6	17,6 / 12,6

Em anos neutros, a semeadura de soja tem como sua data de semeadura mais indicada o dia 20/10 para variedades de ciclo precoce e 1º/12 para as de ciclo médio, em ambos os solos (médio e argiloso) (Tabela 4). Apesar disso, as diferenças na redução da biomassa entre

as diferentes datas de semeadura não foram muito distintas entre si, assim como observadas em anos de ENC. Nos casos de déficit hídrico, a soja utiliza dos processos de redução da expansão foliar e senescência de suas folhas fisiologicamente mais velhas como uma tentativa da planta

em poupar água para que esteja disponível em períodos posteriores. Apesar das táticas empregadas pela planta serem uma alternativa para a sobrevivência em épocas de seca, a sua realização pode acarretar em reduções significativas no seu acúmulo de biomassa (O'Toole et al.,

1977). Farias et al. (2009) acrescentam que a falta de água durante a fase vegetativa da soja pode ocasionar redução do seu crescimento, diminuição na área foliar e no rendimento de grãos.

Tabela 4 - Redução percentual de produção de biomassa de soja de ciclos precoce e normal (precoce / normal) cultivada em solo médio (4a) e solo argiloso (4b) em anos neutros (AN) em Chapecó para diferentes datas de semeadura

AN	Datas de semeadura						
	1º/10	10/10	20/10	1º/11	10/11	20/11	1º/12
4a							
1989/90	24 / 23	24 / 23	25 / 22	35 / 14	33 / 10	23 / 09	18 / 09
1992/93	09 / 09	09 / 09	12 / 13	17 / 13	18 / 11	21 / 07	19 / 06
1993/94	14 / 15	16 / 18	18 / 25	21 / 28	27 / 25	37 / 20	33 / 15
1996/97	41 / 36	42 / 32	13 / 25	15 / 17	22 / 19	18 / 14	22 / 09
2003/04	13 / 06	12 / 06	10 / 10	04 / 12	06 / 19	09 / 23	20 / 21
2005/06	47 / 36	48 / 35	44 / 33	45 / 28	42 / 17	34 / 09	20 / 07
2011/12	34 / 50	38 / 53	49 / 53	59 / 50	40 / 48	61 / 45	49 / 44
2012/13	27 / 21	32 / 15	29 / 15	23 / 16	17 / 15	15 / 19	17 / 20
2013/14	16 / 16	15 / 19	14 / 23	19 / 22	28 / 21	32 / 32	30 / 26
Média	25 / 23,5	26,2 / 23,3	23,7 / 24,4	26,4 / 22,2	25,8 / 20,5	27,7 / 20,8	25,3 / 17,4
4b							
1989/90	16 / 14	16 / 14	16 / 15	22 / 10	21 / 06	18 / 06	11 / 05
1992/93	03 / 03	03 / 04	04 / 06	07 / 07	08 / 05	12 / 03	12 / 03
1993/94	08 / 09	09 / 10	11 / 17	14 / 19	19 / 18	29 / 14	28 / 09
1996/97	33 / 28	33 / 24	16 / 19	07 / 09	13 / 11	12 / 09	14 / 04
2003/04	07 / 03	06 / 03	05 / 06	08 / 07	02 / 12	03 / 16	10 / 14
2005/06	39 / 30	42 / 28	37 / 25	36 / 21	33 / 13	29 / 06	15 / 05
2011/12	27 / 42	29 / 45	41 / 46	52 / 55	54 / 45	56 / 42	47 / 38
2012/13	18 / 11	22 / 08	19 / 08	14 / 10	11 / 11	09 / 11	10 / 14
2013/14	08 / 10	07 / 12	07 / 15	11 / 14	17 / 13	23 / 14	29 / 18
Média	17,6 / 16,6	18,5 / 16,4	17,3 / 17,4	19 / 16,8	19,7 / 14,8	21,2 / 13,4	19,5 / 12,2

Quando cultivado em anos de ENC, o milho tem o dia 10/1 como data de semeadura mais favorável, para ambos os solos (médio e argiloso) (Tabela 5). A ausência de resultados para outras datas de semeadura se justifica pelo

fato de que em decêndios mais tardios o ciclo da cultura ultrapassa o período máximo de colheita indicado por Minuzzi & José (2017) para a região de Chapecó.



Tabela 5 - Redução percentual de produção de biomassa de milho de ciclo precoce cultivado em solo médio (5a) e solo argiloso (5b) em anos de El Niño Canônico (ENC) em Chapecó para diferentes datas de semeadura

ENC	Datas de semeadura	
	1º/1	10/1
5a		
1982/83	06	
1986/87	24	
1991/92	08	
1997/98	01	
2006/07	04	
Média	09	
5b		
1982/83	03	
1986/87	18	
1991/92	07	
1997/98	0	
2006/07	01	01
Média	06	01

Em anos de La Niña Canônica, a melhor data de semeadura encontrada para o milho (Tabela 6) foi o dia 10/01, para ambos os solos (médio e argiloso). É perceptível a variação na redução de biomassa entre os eventos do ENOS Canônico. Para ambas as fases do ENOS, houve situações de ausência na redução de biomassa do milho semeado em 1º/1, enquanto que em outras, como no ENC de 1986/87 e na LNC de 2007/08, as reduções em solos de textura média atingiram 24% e 38%, respectivamente. Essas diferenças em resposta às condições meteorológicas são normais entre as fases do ENOS. Grimm (2009) afirma que embora os impactos descritos sejam geralmente consistentes durante eventos ENOS, esta variabilidade entre eventos, deve-se às diferenças nas anomalias de TSM do Pacífico de um evento para outro.

Para ambas as culturas, observou-se uma grande diferença nos percentuais de redução de biomassa entre os anos de ENC e LNC, sendo as condições meteorológicas durante ENC mais favoráveis que as observadas em anos

de LNC. Isso se deve ao fato de que nos meses em que as semeaduras foram simuladas (outubro, novembro, dezembro e janeiro), ocorre em geral, no sul da América do Sul e em anos de ENC, um aumento na precipitação. Para períodos de LNC uma redução na precipitação é relatada em relação aos anos de ENC durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro na região central e sul do Brasil (Tedeschi & Cavalcanti, 2010). Essa grande influência dos eventos na precipitação acontece, pois a região sul do Brasil apresenta consistência mais elevada em relação às demais regiões do país no que se trata da abrangência e anomalias relacionadas ao fenômeno ENOS (Grimm, 2003).

Tabela 6 - Redução do percentual de biomassa de milho de ciclo precoce cultivado em solo médio (6a) e solo argiloso (6b) em anos de La Niña Canônica (LNC) em Chapecó para diferentes datas de semeadura

LNC	Datas de semeadura	
	1º/1	10/1
6a		
1984/85	23	
1985/86	08	06
1988/89	05	
1995/96	0	
1999/00	31	27
2007/08	38	
Média	18	16,5
6b		
1984/85	14	
1985/86	01	01
1988/89	01	
1995/96	0	0
1999/00	24	22
2007/08	34	
Média	12	7,6

Para anos neutros, a data de semeadura que apresentou o menor percentual de redução de biomassa do milho foi a do dia 1º/1 para ambos os solos (Tabela 7).

Tabela 7 - Redução percentual de produção de biomassa de milho de ciclo precoce cultivado em solo médio (7a) e solo argiloso (7b) em anos neutros (AN) em Chapecó para diferentes datas de semeadura

AN	Datas de semeadura	
7a	1º/1	10/1
1989/90	05	
1992/93	17	
1993/94	15	
1996/97	13	10
2003/04	37	34
2005/06	10	
2011/12	45	38
2012/13	-	
2013/14	17	13
Média	19,8	23,8
7b	1º/1	10/1
1989/90	03	
1992/93	09	
1993/94	10	
1996/97	06	
2003/04	30	27
2005/06	03	
2011/12	38	28
2012/13	-	
2013/14	14	10
Média	14,1	21,6

Os menores percentuais de redução de biomassa obtidos foram durante anos de ENC e, uma das razões para tal, pode estar diretamente relacionada com as maiores taxas de precipitação que são observadas em anos em que o fenômeno ocorre. Os anos de LNC, por sua vez, apresentaram para todas as datas de semeadura da soja, as maiores taxas de redução de biomassa no comparativo com anos neutros e, principalmente, de ENC, isto é, para o cultivo de soja na região de Chapecó, os piores anos são os de ocorrência de LNC. Para o milho safrinha, anos de ENC continuam sendo os mais favoráveis, porém, há pouca diferença em relação a redução de biomassa observada entre anos neutros e de LNC.

A restrição hídrica pode ocasionar a diminuição na produção de biomassa devido a diminuição da interceptação de radiação solar pelas plantas, que ocorre devido a menor taxa de expansão das folhas e em casos mais severos a sua senescência, além de causar uma redução da eficiência na conversão da captação de radiação em biomassa, em consequência da redução na taxa fotossintética por unidade de área foliar (Andrade & Sandras, 2009).

Flexas & Medrano (2002) afirmaram que a restrição hídrica e a produção de biomassa pelas plantas estão relacionadas também pelo fato de que a disponibilidade de água exerce influência na abertura e fechamento dos estômatos, afetando o crescimento das plantas. Essa relação ocorre, pois uma baixa presença de água no solo reduz o potencial de água nas folhas e suas condutâncias estomáticas, provocando o fechamento dos estômatos e o consequente bloqueio do fluxo de CO₂ para as folhas e a redução do seu acúmulo de fotoassimilados, que podem interferir no desenvolvimento da planta.

Kuss et al. (2008) cultivaram soja em três métodos de manejo de irrigação distintos: irrigado durante todo o ciclo, não-irrigado e irrigado apenas em períodos críticos. Uma das populações analisadas no experimento foi a de 400.000 plantas por hectare e, no seu cultivo, a taxa de matéria seca da parte aérea quando empregado o sistema de irrigação durante todo o ciclo foi significativamente maior do que nos outros métodos de manejo, indo de encontro aos resultados obtidos no presente trabalho, em que em anos de maior precipitação a produção de biomassa da soja se mostrou mais eficiente.

Para anos de La Niña, Minuzzi (2010) relatou que os meses de janeiro e fevereiro, período em que as cultivares de soja estão com o desenvolvimento de seu dossel em velocidade acelerada para as datas de semeadura consideradas no presente estudo, são classificadas, respectivamente, como chuvoso e de precipitação dentro da normalidade, contribuindo assim para o bom crescimento da cultura nesse importante período de desenvolvimento de sua biomassa. O autor acrescenta que semeaduras anteriores a dezembro em anos de La Niña podem não ser indicadas para Chapecó, pois durante o mês de novembro foram observados períodos de 'muita seca', prejudicando tanto a germinação das sementes, como o desenvolvimento da cultura em seus primeiros estádios da fase vegetativa.

Para a produtividade da cultura do milho, o período crítico associado à disponibilidade de água ocorre entre as fases de pendoamento e enchimento de grãos (Bergonci et al., 2001; Bergamaschi et al., 2004). Entretanto, em se tratando de produção de biomassa, o déficit hídrico exerce



grande influência durante a sua fase vegetativa por meio do decréscimo de sua área foliar e redução no crescimento da planta, mesmo que nesse período os seus componentes de rendimento não estejam sendo formados (Bergamaschi et al., 2004).

No presente estudo, em anos de El Niño Canônico, o milho apresentou percentuais de redução na produção de biomassa menores do que em relação aos anos neutros e, ou, de LNC, podendo estar associado à maior precipitação que geralmente ocorre em anos da fase quente do fenômeno climático. Corroborando com esses resultados, Freitas et al. (2005) realizaram um experimento com o milho, visando avaliar a resposta da cultura para diferentes taxas de irrigação. Concluíram que os tratamentos que sofreram déficit hídrico foram penalizados severamente no quesito produtividade.

Ademais, para ambas as culturas, o solo argiloso se mostrou em todos os casos mais favorável a produção de biomassa em relação ao solo de textura média. Isto deve-se a estrutura e textura dos solos responsáveis por definir a arquitetura e área superficial do sistema poroso, sendo os fatores mais importantes na definição da capacidade de armazenamento e disponibilidade da água no solo e, os argilosos, apresentam alta capacidade de retenção de água (Reinert & Reichert, 2006). Santos et al. (2008) destacam que em relação aos solos argilosos, aqueles que possuem textura mais arenosa estão mais suscetíveis a baixos rendimentos das culturas neles plantadas em caso de déficit hídrico.

CONCLUSÕES

Para o cultivo de soja em anos de El Niño Canônico (ENC), a semeadura em 1º de outubro é a mais indicada para variedades de ciclo precoce, enquanto que para variedades de ciclo normal a data mais indicada é em 1º de dezembro, para solos de textura média e argilosa. Em anos de La Niña Canônico (LNC), a data mais indicada para ambas as variedades e em ambos os solos é em 1º de dezembro.

Para o cultivo de milho safrinha na região de Chapecó, em anos de ENC e LNC, a data de semeadura indicada é 10 de janeiro para variedades de ciclo precoce cultivadas em solos de textura média ou argilosa.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. et al. *Crop evapotranspiration*. Rome: FAO, 1998. 297p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ANDRADE, F.H.; SANDRAS, V.O. *Bases para el Manejo del Maíz, el Girasol y la Soja*. 3.ed. Balcarce: INTA, 2009.
- ASHOK, K.; BEHERA, S.K.; RAO, S.A. et al. El Niño Modoki and its possible teleconnection. *Journal of Geophysical Research*, v.112, p.1-27, 2007.
- 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, p.831-839, 2004.
- BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A.O. et al. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.949-956, 2001.
- CERA, J.C.; FERRAZ, S.E.T. Variações climáticas na precipitação no sul do Brasil no clima presente e futuro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.30, n.1, p.81-88, 2015.
- CUNHA, G.R. *O fenômeno El Niño Oscilação do Sul e suas aplicações na agricultura do sul do Brasil*. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 1997. 10p.
- CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.F.; DALMAGO, G.A. et al. El Niño/La Niña Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, p.18-22, fev. 2011.
- FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. Soja. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.) *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília: INMET, 2009. p.261-277.
- FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany*, v.89, n.2, p.183-189, 2002.
- FREITAS, P.S.L.; MANTOVANI, E.C.; SEDIYAMA, G.C. et al. Penalização da produtividade da cultura do milho imposta pelo modelo CERES-Maize. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.27, n.1, p.97-105, 2005.
- GRIMM, A.M. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: Regional processes versus remote influences. *Journal of Climate*, v.16, p.263-280, 2003.
- GRIMM, A.M. Variabilidade interanual no clima do Brasil. In: CAVALCANTI et al. (Org.) *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p.353-374.
- KAYANO, M.T.; SANSIGOLO, C. Interannual and decadal variations of precipitation and daily maximum and daily minimum temperatures in southern Brazil. *Theoretical and Application Climatology*, v.97, p.81-90, 2009.



- KUSS, R.C.R.; KÖNIG, O.; DUTRA, L.M.C. et al. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.1133-1137, 2008.
- McMASTER, G.S.; WILHELM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.87, p.291-300. 1997.
- MINUZZI, R.B. Chuvas em Santa Catarina durante eventos do El Niño Oscilação Sul. *Geosul*, v.26, n.50, p.107-127, 2010.
- MINUZZI, R.B.; JOSÉ, M.F. Aptidão térmica para o cultivo em sucessão soja-milho safrinha em cenários futuros para Santa Catarina. In: ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7, 2017, Pelotas, RS. *Anais ... Pelotas: UFPel*, 2017.
- MINUZZI, R.B. Variabilidade no regime de chuvas em Santa Catarina durante diferentes tipos de ENOS. *Agrometeoros*, v.26, n.1, p.113-122, 2018.
- O'TOOLE, J.C.; OZBUN, J.L.; WALLACE, D.H. Photosynthetic response to water stress in *Phaseolus vulgaris*. *Physiologia Plantarum*, v.40, n.2, p.111-114, 1977.
- REINERT D.J., REICHERT, J.M. *Propriedades físicas do solo*. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006. 18p.
- SANTOS, F.C. dos; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. et al. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.5, p.2015-2025, 2008.
- STEDUTO, P.; HSIAO, T.C.; FERERES, E. et al. Crop yield response to water. *Irrigation and drainage*, 66. Roma: FAO, 2012. 502p.
- TEDESCHI, R.G.; CAVALCANTI, I.F. Influência dos ENOS Canônico e Modoki na precipitação da América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15, Belém: SBMet. *Anais...* CD-Rom, 2010.
- YEH, S.; KUG, J.S.; DEWITTE, B. et al. El Niño in a changing climate. *Nature*, v.461, p.511-514, 2009.
- WANG, B.; LUO, X.; YANG, Y.M. et al. Historical change of El Niño properties sheds light on future changes of extreme El Niño. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, v.116, n.45, p.22512-22517, 2019.
- WANG, C.; WANG, X. Classifying El Niño Modoki I and II by Different Impacts on Rainfall in Southern China and Typhoon Tracks. *Journal of Climate*, v.26, p.1322-1338, 2013.

Recebido para publicação em 05/03/2020, aprovado em 06/09/2020 e publicado em 30/10/2020.

