

# INFLUÊNCIA DO EL NIÑO NAS ÉPOCAS DE PLANTIO E FENOLOGIA DA CULTURA DA SOJA NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

Rosandro Boligon Minuzzi<sup>1</sup>,  
Gilberto Chohaku Sedyama<sup>2</sup>,  
José Maria Nogueira da Costa<sup>2</sup>  
Rubens Leite Vianello<sup>3</sup>

## RESUMO

Dados de estações pluviométricas e meteorológicas, foram utilizados para determinar o Índice de Seca Efetiva (ISE) e o balanço hídrico seqüencial de cultura, visando avaliar a influência do El Niño nos diferentes estádios fenológicos e épocas de plantio da cultura de ciclo médio da soja, em áreas cultiváveis da região Sudeste do Brasil (SEB). Enquanto o ISE foi aplicado a áreas restritas do SEB, com o balanço hídrico seqüencial de cultura, foi caracterizado o risco climático para cada estágio fenológico, de acordo com os valores do Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), para solos com três diferentes capacidades de retenção de água, sendo 30 mm, 50 mm e 70 mm. Dentre os resultados mais notáveis, concluiu-se que o El Niño não possui uma característica marcante na precipitação efetiva em escala decenal. Para solos com capacidade de água disponível iguais a 30 mm e 50 mm, os plantios de soja realizados em 1º de outubro são mais favoráveis à produtividade da cultura durante ocorrências do fenômeno climático. Vale destacar que os eventos de 1977/78 e 1997/98 foram os de maior influência no ISNA, bem como, as regiões de Sete Lagoas e Lavras, as mais suscetíveis às influências do El Niño.

**Palavras-chave:** El Niño, soja, Índice de Satisfação das Necessidades de Água.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF EL NIÑO IN THE PLANTING DATES AND PHENOLOGY OF SOYBEAN IN SOUTHEASTERN BRAZIL

Data from pluviometric and meteorological stations were used to determine the Effective Drought Index (EDI) and the crop sequential water balance in order to evaluate the influence of the El Niño phenomenon on the different crop phenological stages and the planting dates of a medium-cycle soybean cultivar, in agricultural areas of Brazil's Southeast region (SEB). EDI was applied to restricted SEB areas, with the crop sequential water balance, to characterize the climatic risk for each crop growing stage, according to the values of the Crop Water Requirement Index (CWRI), for soils with three different water-holding capacities: 30 mm, 50 mm and 70 mm. Among the most noticeable results, it was found that the El Niño shows no marked influence on the effective precipitation regime on a ten-day average basis. For soils with water-holding capacity equivalent to 30 mm and 50 mm, the soybean plantings carried out on October 1<sup>st</sup> were more favorable to a good crop yield during occurrences of this climatic phenomenon. It should be pointed out that the events from 1977/78 and 1997/98 caused the greatest influence on CWRI, as well as, the areas of Sete Lagoas and Lavras were the most susceptible to the influences of El Niño.

**Key words:** El Niño, soybean, Crop Water Requirement Index.

<sup>1</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/CIRAM. Av. Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi. CEP 88034-901 Florianópolis-SC. E-mail: rbminuzzi@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola. Av. P.H.Rolf's, s/nº. CEP 36570-000, Viçosa-MG. E-mail: g.sedyama@ufv.br; jmncosta@ufv.br

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Meteorologia/5ª Dime. Av. do Contorno, 8159, St. Agostinho. CEP 30110-120, Belo Horizonte-MG. E-mail: rubens.vianello@inmet.gov.br

## INTRODUÇÃO

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala que ocorre no Oceano Pacífico Equatorial, possuindo duas fases. Um destes extremos é representado pelas condições de El Niño, quando se verifica o aquecimento das águas simultaneamente com diminuição da pressão atmosférica no Pacífico leste (também denominada fase quente ou fase negativa) e a situação oposta, ou seja, quando ocorre resfriamento das águas e aumento da pressão atmosférica na região leste do Pacífico (também denominada fase fria ou fase positiva), representando condições de La Niña. O fenômeno mostra, de forma marcante, o forte acoplamento oceano-atmosfera que se manifesta sobre a região.

A extensão da região do Pacífico Equatorial, somada à grande capacidade de um fluido, como a água, em transportar energia faz com que o ENOS provoque mudanças no padrão normal de circulação atmosférica. Por isso, a ocorrência deste fenômeno é vista como agente de anomalias climáticas, principalmente com relação às variáveis temperatura e precipitação, que, por consequência, afetam os diversos setores da sociedade e da economia, como a agricultura. Como exemplo, eventos El Niño foram associados a baixos rendimentos de grãos no sul da Ásia e Austrália e a altos rendimentos nas praias da América do Norte (Garnett & Khandekar, 1992). Matzenauer & Schacker dos Anjos (2003) avaliaram as condições de disponibilidade de água para a soja em diversas épocas de semeadura durante o ENOS, em duas regiões climáticas do Rio Grande do Sul (RS). Em anos de El Niño, as deficiências são, geralmente, menores que em anos da fase fria do ENOS. Durante o subperíodo do início da floração até o início do enchimento de grãos, ocorrem as maiores deficiências hídricas, enquanto a semeadura de dezembro apresenta menor risco à produção. Para a mesma cultura, porém utilizando técnicas geoestatísticas, Rizzi *et al.* (2003) observaram que, durante o El Niño, há acréscimo na precipitação pluvial, acompanhado de aumento na produtividade da cultura ao norte do RS.

A agricultura é uma atividade econômica que depende diretamente dos fatores climáticos. Qualquer mudança no clima pode afetar o zoneamento agrícola, a produtividade de diversas culturas e as técnicas de manejo. Nos trópicos, o conhecimento da distribuição de chuvas e da duração do período de disponibilidade de água, em relação à fisiologia das culturas e condições do solo, é pré-requisito essencial para o planeja-

mento e produtividades agrícolas (Costa *et al.*, 1986), ou seja, o sucesso ou fracasso de um investimento agrícola depende diretamente do comportamento da precipitação local. Estudos referentes à influência dos fenômenos climáticos têm sido, em sua maioria, baseados na análise dos rendimentos das culturas em anos de ocorrência desses eventos, mas sem considerar, por exemplo, a existência de alguma relação entre si (rendimento e fenômeno climático) e, se houve, em que estágio fenológico da cultura o referido fenômeno ocasionou maior influência no rendimento.

Diante desses questionamentos, este estudo visa avaliar a influência do fenômeno climático El Niño em diferentes estágios fenológicos e épocas de semeadura da cultura de ciclo médio da soja, em áreas cultiváveis da região Sudeste do Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados diários de 1950 a 2000 de estações pluviométricas consideradas homogêneas após a realização do teste de seqüência, estando localizadas na região Sudeste do Brasil (SEB), em áreas de maior produtividade e climaticamente aptas para a cultura da soja (Figura 1) (Sediyama & Reis, 1979; Moura & Oliveira, 1980; Rossing *et al.*, 1996; Alfonsi *et al.*, 1997; EPAMIG, 2005; IBGE, 2005). As estações pluviométricas localizadas em Minas Gerais estão incorporadas à Rede Hidrometeorológica, da Agência Nacional de Águas (ANA), enquanto as situadas no Estado de São Paulo são pertencentes ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

Os dados de temperaturas máxima e mínima, umidade relativa, insolação e velocidade do vento a 10 metros de altura no período de 1961 a 2000 foram obtidos de cinco estações meteorológicas localizadas no Estado de Minas Gerais e pertencentes ao 5º Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia (Figura 1).

A análise da influência do El Niño de intensidades moderada e forte, durante os diferentes estágios fenológicos da soja, foi realizada mediante a utilização do Índice de Seca Efetiva (ISE) e do balanço hídrico seqüencial de cultura, sendo a última, adotada somente em Minas Gerais, devido à disponibilidade de dados meteorológicos.

A avaliação foi realizada em duas datas de plantio, 1º de outubro e 1º de novembro, considerando a duração de 120 dias para cultivares de ciclo médio. As fases

fenológicas e respectivas durações para a cultura da soja foram as seguintes:

- 1º) Estabelecimento (10 dias);
- 2º) Vegetativo (35 dias);
- 3º) Floração/enchimento de grãos (65 dias); e
- 4º) Maturação (10 dias).

O ISE, elaborado por Byun & Wilhite (1999), é uma função da quantidade de precipitação necessária para recuperar o déficit acumulado desde o início da seca, sendo estabelecido, neste estudo, na escala decendial. O primeiro passo para a sua determinação é o cálculo da precipitação efetiva (PE), definida em função do total de precipitação observada no decêndio corrente, e o total da precipitação dos decêndios anteriores, tendo esses os menores ‘pesos’ (Equação 1).

$$PE_j = \sum_{n=1}^i \left( \sum_{m=1}^n \frac{P_m}{n} \right) \quad (1)$$

em que:

j = índice do decêndio corrente;

i = número de decêndios utilizados no cálculo, sendo considerado neste estudo igual a três;

$P_m$  = precipitação do decêndio m-1, ou seja, do decêndio anterior ao corrente;

n = ‘peso’ dado a determinado decêndio, sendo neste estudo de 1 a 3.

Como exemplo, se  $i = 3$ , então para o cálculo da PE do primeiro decêndio de plantio (1º de outubro) foram considerados os valores de precipitação dos dois últimos decêndios do mês de setembro (11 a 20 e 21 a 30).

A quantidade de precipitação necessária para retornar a condição normal (PRN) é calculada, usando-se o desvio (DPE) entre a PE e a média de um referido decêndio.

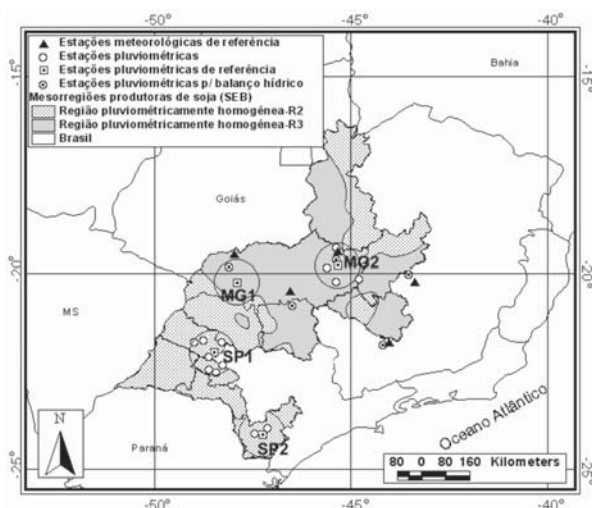
$$PRN_j = \frac{DPE_j}{\sum_{n=1}^i \left( \frac{1}{n} \right)} \quad (2)$$

Finalmente, o ISE foi calculado conforme a equação 3.

$$ISE_j = \frac{PRN_j}{DP(PRN)} \quad (3)$$

sendo DP(PRN) o desvio-padrão do PRN para um referido decêndio.

Assim, o ISE de cada decêndio durante o ciclo da cultura para as duas épocas de plantio estipuladas, obtido em anos de ocorrência do ENOS, foi inserido nas seguintes classificações: seca extrema (SE):  $ISE < -2$ ; seca severa (SS):  $-1,99 < ISE < -1,5$ ; seca moderada (SM):  $-1,49$



**Figura 1.** Localização geográfica das estações pluviométricas e meteorológicas nas áreas de cultivo da soja, na região Sudeste do Brasil.

$< ISE < -1$ ; condições próximas do normal (N):  $-0,99 < ISE < 0,99$ ; chuva moderada (CM):  $1 < ISE < 1,49$ ; chuva severa (CS):  $1,50 < ISE < 1,99$ ; e chuva extrema (CE):  $ISE > 2$ .

O ISE foi restrito a áreas predefinidas, de forma a representarem as áreas de cultivos da soja (Figura 1) na região Sudeste do Brasil. Para essas áreas, primeiramente optou-se pela escolha de uma estação pluviométrica como referência, com série de dados a mais completa possível. A partir dessa seleção, foram incluídas as estações envolvidas num raio de 80 km, desde que, elas estivessem localizadas na mesma região pluviométrica homogênea da estação de referência.

A análise com o ISE foi realizada somente nos anos de El Niño, na qual, a precipitação mensal (de setembro a março) das áreas predefinidas, foi correlacionada com a temperatura da superfície do mar (TSM) do Pacífico, nas regiões utilizadas para o monitoramento do ENOS, sendo a Niño 1+2 ( $0^\circ - 10^\circ S$  e  $90^\circ W - 80^\circ W$ ), Niño 3.4 ( $5^\circ N - 5^\circ S$  e  $170^\circ W - 120^\circ W$ ) e, ou, o Índice de Oscilação Sul (IOS). Os coeficientes de correlação, testados a 5% de significância pelo teste F, foram determinados mediante correlação parcial ‘lag’, para oito diferentes intervalos de tempo (lags), ou seja, mantendo fixo o valor de precipitação e defasando em um mês os valores das demais variáveis.

A utilização do balanço hídrico para a soja visou determinar o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) nos diferentes estádios fenológicos da cultura, de acordo com a equação 4.

$$ISNA = \frac{ETr}{ETc} \quad (4)$$

em que  $E_{Tr}$  é a evapotranspiração real (mm) e  $E_{Tc}$ , a evapotranspiração máxima da cultura (mm).

Por sua vez, a  $E_{Tc}$  foi calculada em função da evapotranspiração de referência ( $E_{T_0}$ ), como segue:

$$E_{Tc} = K_c \cdot E_{T_0} \quad (5)$$

em que  $E_{T_0}$  foi estimada pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO-1998) e  $K_c$  é o coeficiente de cultura, cujos valores para os diferentes estádios fenológicos da soja encontram-se na Tabela 1.

Para cada data de plantio foram considerados três valores de capacidade de água disponível no solo (CAD), que variaram em função do tipo de solo, os quais encontram-se na Tabela 2 (Brunini *et al.*, 2001; Maluf *et al.*, 2001; Silva & Assad, 2001), levando em consideração a profundidade efetiva média das raízes entre 40 e 50 cm.

Visando considerar as condições reais de umidade do solo no período de plantio, o cálculo do balanço hídrico seqüencial teve início 10 dias antes da data de plantio.

O critério na escolha dos eventos El Niño (ocorridos a partir de 1961) para a análise com os balanços hídricos de cultura, foi a mesma utilizada na aplicação do ISE. Porém, a área onde foram obtidos os valores da precipitação mensal para a correlação com os componentes oceânico (TSM) e atmosférico (IOS) do Pacífico, ficou restrita a área MG2.

Assim, a caracterização do risco climático para a soja foi incluída nas seguintes classes de acordo com os va-

**Tabela 1.** Valores dos coeficientes de cultura ( $K_c$ ) de cada estádio fenológico da soja

Cultura	Kc por estádio fenológico			
	1°	2°	3°	4°
Soja	0,3-0,4	0,6-0,8	1,0-1,2	0,7-0,8

**Tabela 2.** Capacidade de água disponível no solo (mm) em função do seu tipo, para uma profundidade efetiva média de 40 a 50 cm de solo

Tipo de solo	Características do solo	CAD (mm)
1	Arenosos, baixa capacidade de armazenamento de água	30
2	Textura média	50
3	Argilosos, alta capacidade de armazenamento de água	70

lores do ISNA: ISNA e" 0,65 (baixo risco climático); 0,65 > ISNA > 0,55 (médio risco climático); e ISNA d" 0,55 (alto risco climático) (Andrade Júnior *et al.*, 2001; Brunini *et al.*, 2001; Cunha *et al.*, 2001; Maluf *et al.*, 2001; Sans *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3a a 3d constam as classificações por decêndio e respectivas quantidades de precipitação necessárias para retornarem a condição normal em anos de El Niño (EN) correlacionados com a precipitação de cada

**Tabela 3.** Classificações decendiais e respectivas quantidades de precipitação (mm) necessárias para retornarem a condição normal em anos de El Niño de moderada (M) e forte (F) intensidades, nas áreas MG1 (3a), MG2 (3b), SP1 (3c) e SP2 (3d)

3a	72/73(F)	77/78(M)	82/83(F)	86/87(F)	87/88(F)	92/93(M)	94/95(M)
1/out.	CM(59,1)	N(-21,0)	N(-10,3)	SM(-57,4)	N(3,4)	N(31,4)	SM(-50,6)
2/out.	CM(62,5)	N(-37,3)	N(36,6)	N(-17,5)	N(-20,4)	N(22,8)	SM(-46,5)
3/out.	N(-16,0)	CE(124,3)	N(-25,1)	N(10,7)	N(21,5)	N(0,0)	N(14,1)
1/nov.	CE(108,1)	N(45,3)	N(-16,7)	N(17,1)	CM(78,4)	N(-13,6)	N(-27,3)
2/nov.	CM(80,2)	CS(83,2)	N(-16,0)	N(-40,0)	N(1,4)	N(-49,6)	N(53,7)
3/nov.	N(41,6)	CE(108,9)	N(-48,6)	N(-51,8)	N(-4,4)	N(22,9)	N(-44,2)
1/dez.	N(-22,1)	CE(85,6)	N(33,7)	SM(-42,1)	N(11,6)	SM(-52,7)	N(-29,8)
2/dez.	N(10,1)	N(6,9)	CE(77,0)	SM(-49,0)	CS(56,0)	N(21,3)	SM(-39,9)
3/dez.	N(32,7)	N(14,6)	N(30,2)	N(-0,9)	N(1,7)	N(10,1)	N(29,4)
1/jan.	N(-7,9)	CS(80,4)	N(36,7)	N(-39,7)	CM(57,3)	N(-47,6)	CM(71,3)
2/jan.	N(35,6)	N(50,3)	CE(151,0)	SM(-76,7)	N(-37,2)	SM(-78,5)	N(-25,1)
3/jan.	N(51,0)	SM(-70,1)	N(11,1)	CS(106,7)	N(-43,3)	SM(-93,7)	N(-32,5)
1/fev.	N(-71,4)	SM(-98,6)	N(-0,2)	N(-9,3)	N(35,9)	SM(-100,8)	CS(127,3)
2/fev.	N(-54,4)	SM(-88,3)	N(-29,7)	CM(77,6)	N(0,3)	N(-31,0)	CS(116,3)
3/fev.	N(-26,8)	SM(-44,2)	N(-24,8)	N(3,4)	N(22,3)	N(-19,1)	CM(43,0)

**Tabela 3.** Continuação...

3b	65/66(M)	69/70(M)	72/73(F)	77/78(M)	82/83(F)	87/88(F)	91/92(F)	92/93(M)	97/98(F)
1/out.	N(-2,9)	N(-1,4)	CE(94,4)	CM(42,2)	N(-6,4)	N(-13,2)	N(11,7)	CM(41,3)	N(-26,4)
2/out.	N(4,4)	CM(35,9)	CE(87,6)	N(-4,5)	N(9,7)	N(-28,8)	N(10,2)	N(14,4)	SM(-37,3)
3/out.	N(36,0)	CE(85,7)	N(-5,3)	N(-20,2)	N(3,4)	N(34,2)	SM(-57,8)	N(25,2)	N(29,8)
1/nov.	N(-13,2)	CS(91,3)	N(39,5)	N(-32,7)	N(-32,6)	N(5,5)	N(-26,3)	CE(128,3)	N(-20,1)
2/nov.	N(20,5)	CS(85,6)	CM(65,4)	N(38,5)	N(-9,1)	N(-1,2)	SM(-60,8)	N(-5,7)	N(-17,2)
3/nov.	N(32,0)	N(-26,6)	CM(52,3)	N(30,3)	SM(-58,6)	N(-31,8)	SM(-58,3)	N(-41,5)	CM(62,4)
1/dez.	CM(60,1)	N(1,7)	N(-35,7)	N(46,8)	N(-36,9)	N(-10,8)	N(-43,8)	SM(-62,6)	CM(65,4)
2/dez.	N(-26,4)	CM(51,3)	N(-47,2)	N(-30,0)	SM(-53,4)	N(40,4)	N(8,2)	N(11,7)	CS(95,7)
3/dez.	SS(-80,0)	N(32,1)	N(17,4)	N(-20,8)	CM(56,3)	N(-16,5)	N(-36,0)	N(-0,1)	N(11,1)
1/jan.	CM(70,1)	N(3,4)	N(-23,6)	N(34,6)	CE(126,5)	N(-17,4)	N(-37,2)	N(-14,6)	N(-3,3)
2/jan.	N(62,5)	N(37,3)	N(28,6)	CM(66,5)	CS(114,8)	N(-56,1)	N(47,5)	N(-36,5)	N(-61,9)
3/jan.	N(31,9)	N(35,5)	N(-12,3)	N(-60,6)	CS(121,4)	SM(-99,5)	CM(97,6)	N(-65,7)	N(-61,4)
1/fev.	N(50,2)	N(-88,1)	N(-29,5)	SM(-118,2)	CM(119,9)	N(57,3)	CE(238,1)	N(-49,2)	SM(-124,8)
2/fev.	N(-36,7)	SM(-63,7)	N(-34,0)	N(-6,2)	CS(79,6)	CM(66,5)	N(39,4)	N(22,5)	N(0,7)
3/fev.	SM(-41,4)	N(12,8)	SM(-41,5)	CM(48,8)	CM(44,2)	N(-1,6)	N(-9,3)	CS(67,2)	N(37,9)

**Tabela 3.** Continuação...

3c	69/70(M)	72/73(F)	82/83(F)	92/93(M)	94/95(M)
1/out.	N(62,0)	CE(151,7)	CM(72,3)	N(-22,8)	N(-57,7)
2/out.	N(3,9)	CE(100,9)	CS(89,7)	N(-14,3)	N(-38,6)
3/out.	N(9,2)	N(15,9)	N(13,9)	N(6,6)	CS(41,2)
1/nov.	N(24,5)	CM(33,5)	N(-12,2)	N(-0,1)	N(12,8)
2/nov.	CS(79,8)	N(31,6)	N(6,6)	SM(-49,5)	N(9,8)
3/nov.	N(-3,8)	N(-13,1)	N(18,7)	N(19,3)	N(-7,2)
1/dez.	N(-58,0)	N(-36,9)	N(-13,8)	N(-27,9)	N(-49,1)
2/dez.	SM(-77,7)	SM(-82,2)	N(40,1)	N(-53,2)	N(-20,9)
3/dez.	SM(-37,5)	N(-11,5)	CS(57,1)	SM(-47,9)	N(28,1)
1/jan.	N(-16,9)	SM(-53,1)	N(20,4)	N(-9,5)	CE(104,7)
2/jan.	N(15,8)	N(-18,0)	CE(140,4)	N(19,4)	N(8,7)
3/jan.	N(-18,9)	N(45,2)	N(43,4)	N(-22,5)	N(-2,1)
1/fev.	N(-9,0)	N(8,2)	N(32,6)	N(22,5)	CM(65,1)
2/fev.	N(32,0)	N(1,1)	N(7,6)	N(42,9)	CS(70,6)
3/fev.	N(6,9)	SS(-29,5)	N(-18,5)	CM(29,2)	N(17,8)

uma das quatro áreas selecionadas, abrangendo o período de ciclo médio da cultura da soja, tendo como referência as duas datas de plantio estabelecidas neste estudo.

As Tabelas 4, 5 e 6 mostram os valores do ISNA médio de cada estágio fenológico da soja, em quatro eventos EN, para solos com CAD igual a 30, 50 e 70 mm, respectivamente.

A área MG1 apresenta alguns eventos com características marcantes da precipitação, como durante os pri-

meiros decêndios do período 1972/73 e nos decêndios finais no evento 1994/95. Considerado um dos eventos mais fortes do século XX, a precipitação observada no ano 1982/83, na área MG1, foi a mais próxima às condições normais dentre os El Niños analisados (Tabela 3a). Em contrapartida, o referido evento foi o de maior influência na área MG2, em especial a partir do terceiro decêndio de dezembro, chegando a haver necessidade de chover 126,5 mm no primeiro decêndio de janeiro para atender às condições normais (Tabela 3b). Comporta-

**Tabela 3.** Continuação...

3d	65/66(M)	69/70(M)	77/78(M)	87/88(F)	91/92(F)	97/98(F)
1/out.	N(0,9)	N(46,2)	N(-33,8)	N(-11,8)	CM(59,8)	N(25,6)
2/out.	N(-1,9)	N(19,0)	N(-13,3)	N(-6,2)	N(-10,1)	N(-31,3)
3/out.	N(-15,7)	CM(29,9)	N(-28,5)	N(-12,7)	SS(-46,0)	SM(-33,6)
1/nov.	N(7,1)	N(18,2)	N(21,9)	N(-24,3)	SM(-28,6)	SS(-44,8)
2/nov.	N(-31,4)	CS(50,6)	N(7,2)	N(-24,9)	N(-17,5)	CM(38,4)
3/nov.	N(-24,4)	N(0,8)	N(20,5)	N(-33,7)	N(-44,8)	N(25,9)
1/dez.	CS(64,0)	N(-36,6)	N(29,1)	N(-24,2)	SM(-40,4)	N(-6,3)
2/dez.	CM(74,3)	SM(-61,1)	N(-8,6)	N(2,4)	N(44,6)	N(-33,4)
3/dez.	CS(54,0)	N(13,5)	N(-4,1)	N(-15,1)	N(21,7)	N(5,3)
1/jan.	N(-7,2)	CS(71,1)	N(-36,4)	N(-7,7)	N(-31,5)	N(21,3)
2/jan.	N(-14,5)	CM(42,8)	SM(-46,8)	N(-13,5)	SM(-47,0)	N(-23,8)
3/jan.	CM(47,5)	N(9,4)	SM(-46,8)	N(3,4)	SS(-57,9)	N(-16,4)
1/fev.	N(4,0)	CM(66,3)	SM(-55,6)	N(-3,6)	N(6,7)	SM(-48,0)
2/fev.	N(-5,3)	CM(79,8)	N(-58,7)	N(-41,4)	N(-38,6)	N(-39,9)
3/fev.	N(-33,2)	CM(34,7)	SM(-37,4)	N(26,9)	N(-31,7)	N(32,5)

mento desta magnitude na precipitação ocasiona prejuízos à cultura da soja, haja vista tratar-se do período final do ciclo fenológico, favorecendo o aparecimento de fungos e pragas.

Na área SP1 (Tabela 3c), dentre os poucos eventos EN selecionados para a análise, as anomalias observadas nos decêndios foram divergentes, ou seja, ora chuvosos, ora secos. Já em SP2 (Tabela 3d), os eventos de 1965/66 e 1969/70 foram marcados com chuvas acima da média, ocorrendo o oposto no EN de 1977/78, 1991/92 e 1997/98. A precipitação observada durante o “El Niño-duplo” 1987/88 foi unânime em ter todos os decêndios caracterizados como ‘normal’.

Considerando principalmente solos com retenção de 30 e 50 mm de água, nota-se que plantios realizados em

1º de outubro (Tabelas 4a e 5a, respectivamente) são mais propícios ao plantio da soja do que os realizados em 1º de novembro, particularmente em Uberaba (Tabelas 4b e 5b, respectivamente). Somando-se aos resultados encontrados para solos com CAD igual a 70 mm, os eventos de 1977/78 e 1997/98 foram os de maiores influências no ISNA, bem como os municípios de Sete Lagoas e Lavras apresentam maiores riscos climáticos durante El Niños.

A Figura 2 possibilita o acompanhamento diário da precipitação e do ISNA nos municípios de Lavras (Figura 2a) e de Patos de Minas (Figura 2b) durante o El Niño de 1972/73; ou seja, um evento sem prejuízos quanto ao ISNA para plantios realizados no início de outubro (Tabelas 4a, 5a e 6a). Porém, o excesso de chuva

**Tabela 4.** ISNA médio para os estádios fenológicos da soja, em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, para solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (4a) e 1º de novembro (4b)

4a	ISNA por estádio fenológico para a soja – Plantio 1º de outubro																			
	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
Municípios	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,99	0,75	0,72	0,96	0,98	0,76	0,75	0,94	0,98	0,8	0,73	0,91	0,98	0,71	0,71	0,95	0,95	0,67	0,78	0,93
1977/78(M)	0,87	0,73	0,9	0,71	0,89	0,71	0,87	<b>0,56</b>	0,9	0,69	0,93	<b>0,45</b>	0,85	<b>0,34</b>	0,82	<b>0,36</b>	0,87	<b>0,45</b>	0,76	<b>0,51</b>
1982/83(F)	0,91	0,85	0,91	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95	0,8	0,95	0,95
1997/98(F)	-	-	-	-	0,91	0,69	0,83	<b>0,61</b>	0,83	<b>0,61</b>	0,81	0,85	<b>0,58</b>	<b>0,55</b>	0,83	0,83	-	-	-	-

4b	ISNA por estádio fenológico para a soja – Plantio 1º de novembro																			
	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
Municípios	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,97	0,86	0,76	<b>0,54</b>	0,97	0,87	0,77	0,79	0,92	0,85	0,77	<b>0,6</b>	0,98	0,83	0,77	<b>0,39</b>	0,79	0,85	0,83	<b>0,5</b>
1977/78(M)	0,93	0,96	<b>0,64</b>	0,81	0,91	0,89	0,7	0,88	0,88	0,95	0,67	0,97	<b>0,49</b>	0,8	<b>0,6</b>	0,94	<b>0,51</b>	0,86	<b>0,54</b>	0,83
1982/83(F)	0,81	0,92	0,87	0,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,71	0,96	0,95	<b>0,5</b>
1997/98(F)	-	-	-	-	<b>0,52</b>	0,96	0,66	0,93	<b>0,35</b>	0,96	<b>0,62</b>	0,97	<b>0,34</b>	0,89	0,72	0,93	-	-	-	-

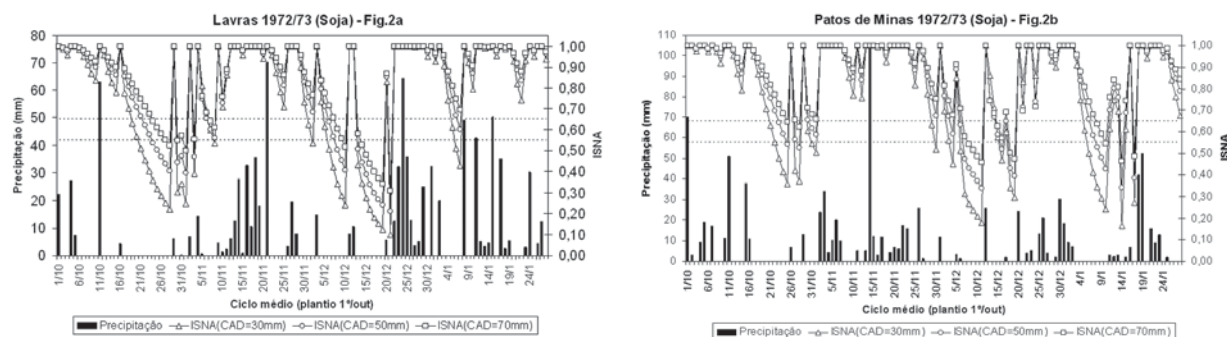


Figura 2. Valores diários da precipitação e do ISNA observados em 1972/73, nos municípios de Lavras (2a) e Patos de Minas (2b).

Tabela 5. ISNA médio para os estádios fenológicos da soja, em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, para solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (5a) e 1º de novembro (5b)

5a ISNA por estágio fenológico para a soja – Plantio 1º de outubro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,99	0,81	0,77	0,97	0,98	0,83	0,82	0,96	0,99	0,86	0,78	0,95	0,99	0,79	0,77	0,97	0,97	0,74	0,83	0,96
1977/78(M)	0,89	0,81	0,93	0,8	0,93	0,79	0,91	0,69	0,93	0,78	0,95	<b>0,61</b>	0,9	<b>0,46</b>	0,86	<b>0,53</b>	0,9	<b>0,55</b>	0,79	0,66
1982/83(F)	0,95	0,9	0,94	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	0,86	0,97	0,97
1997/98(F)	-	-	-	-	0,95	0,78	0,87	0,72	0,89	0,7	0,86	0,9	0,7	0,65	0,87	0,88	-	-	-	-
5b ISNA por estágio fenológico para a soja – Plantio 1º de novembro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,98	0,9	0,82	<b>0,64</b>	0,98	0,92	0,83	0,86	0,94	0,89	0,84	0,72	0,99	0,87	0,83	<b>0,52</b>	0,8	0,89	0,88	<b>0,64</b>
1977/78(M)	0,95	0,97	0,7	0,8	0,94	0,92	0,76	0,93	0,92	0,97	0,72	0,98	<b>0,57</b>	0,84	0,66	0,96	<b>0,58</b>	0,89	<b>0,61</b>	0,84
1982/83(F)	0,87	0,95	0,92	0,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77	0,97	0,97	<b>0,64</b>
1997/98(F)	-	-	-	-	0,65	0,97	0,73	0,95	<b>0,35</b>	0,96	0,71	0,98	<b>0,52</b>	0,92	0,78	0,96	-	-	-	-

Tabela 6. ISNA médio para os estádios fenológicos da soja, em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, para solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (6a) e 1º de novembro (6b)

6a ISNA por estágio fenológico para a soja – Plantio 1º de outubro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,99	0,85	0,8	0,98	0,98	0,87	0,86	0,97	0,99	0,89	0,82	0,96	0,99	0,83	0,8	0,98	0,98	0,79	0,86	0,97
1977/78(M)	0,91	0,85	0,95	0,85	0,95	0,83	0,93	0,76	0,95	0,83	0,96	0,7	0,92	<b>0,54</b>	0,88	<b>0,63</b>	0,92	<b>0,62</b>	0,82	0,72
1982/83(F)	0,96	0,92	0,96	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98	0,9	0,98	0,98
1997/98(F)	-	-	-	-	0,96	0,83	0,9	0,79	0,92	0,76	0,88	0,93	0,77	0,71	0,89	0,91	-	-	-	-
6b ISNA por estágio fenológico para a soja – Plantio 1º de novembro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,98	0,92	0,85	0,71	0,99	0,94	0,87	0,91	0,95	0,91	0,87	0,79	0,99	0,9	0,86	<b>0,61</b>	0,82	0,92	0,91	0,72
1977/78(M)	0,97	0,98	0,75	0,81	0,96	0,94	0,8	0,95	0,94	0,98	0,76	0,99	<b>0,64</b>	0,87	0,7	0,97	0,65	0,9	0,66	0,79
1982/83(F)	0,91	0,96	0,94	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,81	0,98	0,98	0,72
1997/98(F)	-	-	-	-	0,73	0,98	0,78	0,97	<b>0,63</b>	0,97	0,76	0,99	<b>0,63</b>	0,94	0,82	0,97	-	-	-	-

indicado pelo ISE, na análise decendial, para a área MG2 (Tabela 3b) possivelmente possa ter trazido algum prejuízo durante o período inicial do ciclo fenológico da soja cultivada na região de Patos de Minas.

Basicamente a maior diferença entre a precipitação de ambos os municípios está justamente no início do período em análise. Em Lavras (Figura 2a) houve apenas

seis dias chuvosos, e o maior veranico durou 12 dias, enquanto em Patos de Minas (Figura 2b) ocorreram 11 dias chuvosos e o mais extenso veranico teve duração de nove dias no mês de outubro.

Tendo em vista a realidade e a facilidade no acesso das previsões climáticas referentes à precipitação, análises deste tipo possibilitam prever as condições de necessidade de água da cultura.

## CONCLUSÃO

Concluiu-se que o El Niño não possui uma característica marcante na precipitação efetiva em escala decenal. Para solos com capacidade de água disponível iguais a 30 mm e 50 mm, os plantios de soja realizados em 1º de outubro são mais favoráveis à produtividade da cultura durante ocorrências do fenômeno climático. Vale destacar que os eventos de 1977/78 e 1997/98 foram os de maior influência no ISNA, bem como, as regiões de Sete Lagoas e Lavras, as mais suscetíveis às influências do El Niño.

## REFERÊNCIAS

- Alfonsi RR, Filho RV & Sentelhas PC (1997) Épocas de semeadura para a cultura do milho no estado de São Paulo, baseadas na probabilidade de atendimento hídrico. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 5:43-49.
- Andrade Júnior AS de, Sentelhas PC, Lima MG de, Aguiar M de JN & Leite DASR (2001) Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e de soja no estado do Piauí. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9:544-550.
- Brunini O, Zullo Júnior J, Pinto HS, Assad E, Sawazaki E, Duarte AP & Patterniani MEZ (2001) Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9:519-526.
- Byun HR, Wilhite DA (1999) Objective quantification of drought severity and duration. *Journal of Climate*, 12:2747-2756.
- Costa JMN da, Antunes FZ & Santana DP (1986) Zoneamento agroclimático e planejamento agrícola. *Informe Agropecuário*, 138:14-17.
- Cunha GR, Barni NA, Haas JC, Maluf JRT, Matzenauer R, Pasinato A, Pimentel MBM & Pires JLF (2001) Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9:446-459.
- EPAMIG. [www.epamig.mg.gov.br](http://www.epamig.mg.gov.br). Acessado em outubro de 2005.
- Garnett ER & Khandekar ML (1992) The impact of large-scale atmospheric circulations and anomalies on Indian monsoon droughts and floods and on world grain yields – A statistical analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*, 61:113-128.
- IBGE - Produção agrícola municipal (1998 a 2002). [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br). Acessado em outubro de 2005.
- Maluf JRT, Cunha GR, Matzenauer R, Pasinato A, Pimentel MBM, Caiaffo MR & Pires JLF (2001) Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9:460-467.
- Matzenauer R & Schacker dos Anjos C (2003) Disponibilidade hídrica para a cultura da soja em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: 13º Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Santa Maria. *Anais, SBA*. p.375-376.
- Moura PAM de & Oliveira ACS de (1980) Aspectos econômicos da cultura do milho. *Informe Agropecuário*, 6:3-8.
- Rizzi R, Maldonado FD & Lopes PMO (2003) Efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña na produtividade da soja no Rio Grande do Sul. In: 13º Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Santa Maria. *Anais, SBA*. p.453-454.
- Rossing AC, Galerani PR, Guedes LCA & Mello HC (1996) Avaliação do componente tecnológico da safra de soja de 1995/96. *Informe Econômico CNPSo*, 2:9-55.
- Sans LMA, Assad ED, Guimarães DP & Avellar G (2001) 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*, 9:527-535.
- Sediyama T & Reis MS (1979) Cultura da soja em Minas Gerais (Instruções práticas). Viçosa, Imprensa Universitária. *Boletim de Extensão*, 19, 16p.
- Silva MT, Amaral JAB do, Beltrão NE de M & Gonçalves WA (2005) Época de semeadura para o milho no estado de Alagoas, segundo zoneamento de risco climático. In: 1º Simpósio Internacional de Climatologia, Fortaleza. *Anais...CD-Rom*. SBMet.
- Silva SC da & Assad ED (2001) Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9:536-543.