

## II Feira de Ciências, Tecnologia e Inovação da UFSM-CS

# Estimativa e espacialização da produtividade final da soja em anos de La Niña no Rio Grande do Sul

Estimation and spatialization of final soybean productivity in La Niña years in Rio Grande do Sul

Zanandra Boff de Oliveira<sup>||</sup>, Vitor Maus Spies<sup>||</sup>, Carlos Eduardo da Silva<sup>||</sup>, Luis Felipe Baranzelli<sup>||</sup>, Matheus da Silva Costa<sup>||</sup>, Bruna Rathke<sup>||</sup>

<sup>I</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Cachoeira do Sul, RS, Brasil

<sup>II</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

## RESUMO

A soja, principal cultura de primavera-verão no RS, tem tido reduções de produtividade em função da deficiência hídrica, recorrente no estado. Assim, objetivou-se estimar a produtividade final (%) da soja em diferentes locais e datas de semeadura, para solos de textura média e realizar mapas de variabilidade espacial desta variável no estado do RS, para anos de La Niña. A estimativa da produtividade final foi realizada pelo aplicativo Sisdagro INMET para datas de semeadura com intervalo de 7 dias entre novembro e dezembro, para os anos agrícolas 2019/20, 2020/21 e 2021/22, em 47 municípios do RS. Por meio de krigagem ordinária elaborou-se mapas temáticos da produtividade final (%), média dos três anos. A produtividade média da soja foi estimada em 43,3%, sendo mínima de 17,7% em Uruguaiana para a semeadura no dia 15/11 e máxima de 82,3% em Bom Jesus, para a semeadura no dia 27/12. Os valores de produtividade variaram de 37,7% a 48,8 % para a semeadura entre 1/11 e 27/12, indicando um padrão linear de incremento produtivo com o atraso da semeadura. A produtividade final (%) da soja apresentou dependência espacial e um padrão similar de variabilidade para as diferentes datas de semeadura em anos de La Niña.

**Palavras-chave:** Glycine max L; Geoestatística; Déficit hídrico

## ABSTRACT

Soybeans, the main spring-summer crop in RS, had productivity reductions due to water deficiency, which is recurrent in the state. Thus, the objective was to estimate the final productivity (%) of soybeans in different locations and sowing data for soils of medium texture and to create maps of the spatial variability of this variable in the state of RS for La Niña years. The final productivity estimate was carried out using the Sisdagro INMET application for sowing data with a 7 day interval between November and

December for the agricultural years 2019/20, 2020/21, and 2021/22 in 47 municipalities in RS. Using ordinary kriging, thematic maps of the final productivity (%) average of the three years were created. The average soybean productivity was estimated at 43.3%, with a minimum of 17.7% in Uruguaiana for sowing on 11/15 and a maximum of 82.3% in Bom Jesus for sowing on 12/27. Productivity values varied from 37.7% to 48.8% for sowing between 1/11 and 27/12, decreasing a linear pattern of productive increase with the delay in sowing. The final productivity (%) of soybean showed spatial dependence and a similar pattern of variability for the different sowing data in Lã Niña years.

**Keywords:** Glycine max L; Geostatistics; Water deficit

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura de grande importância mundial devido a sua composição e gama de aplicações industriais. Além disso, os avanços tecnológicos agrícolas aliados a modernos sistemas de produção potencializaram a produtividade e rentabilidade desta cultura tornando-a uma das principais *commodities* do mundo. Os dados da safra 2022/2023 são de uma produção mundial de 369 bilhões de toneladas, em uma área de cerca de 136 bilhões de hectares cultivados (USDA, 2023). O Brasil destaca-se neste cenário, é atualmente, o maior produtor mundial, produzido cerca de 154.566,3 milhões de toneladas em 44.062,6 milhões de hectares cultivados nesta safra (CONAB, 2023).

As lavouras de soja brasileiras já possuem alto grau de tecnificação, porém a baixa disponibilidade hídrica durante o ciclo da cultura, ainda representa a maior limitação da obtenção do máximo potencial produtivo das lavouras. O impacto do déficit hídrico sobre a produtividade da soja depende da intensidade, duração e época de ocorrência de chuva, além da sensibilidade da cultivar (Neumaier *et al.*, 2020; Matzenauer *et al.*, 2003).

Silva *et al.* (2020), destaca que o déficit hídrico é o principal fator de quebra de produtividade da cultura da soja no Brasil e de acordo com Matzenauer *et al.* (2003), no RS é frequente ocorrer déficit hídrico durante o período crítico da soja, podendo ocorrer redução da produtividade em nove a cada vinte safras. Ainda, de acordo com Fontana; Berlato (1996), é possível relacionar a variabilidade na produtividade da soja com a presença do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) no RS.

Conforme Berlato; Fontana (2003) e Montecinos *et al.* (2000), o ENOS é a principal causa da variabilidade interanual de precipitações pluviais no estado, caracterizado por anomalias no padrão de temperatura da superfície do Oceano Pacífico Tropical, e na pressão atmosférica nas regiões de Darwin e de Taiti. O ENOS apresenta duas fases, a fase quente chamada de El Niño, apresenta chuvas acima da média climatológica para a região sul do Brasil, enquanto a fase fria, chamada de La Niña, apresenta chuvas abaixo da média climatológica, especialmente na primavera-verão do ano de início do fenômeno (Fontana; Berlato, 1996; Puchalski, 2000).

O Brasil possui o zoneamento agrícola de risco climático (ZARC), uma ferramenta de gestão de risco que orienta sobre as épocas de cultivo de espécies agrícolas em que há menor risco de perda de produtividade, por causa de variações espaço-temporais do clima (EMBRAPA, 2020). Porém, o ZARC apresenta como principal limitação o estabelecimento da aptidão e período de semeadura sem considerar a produtividade da cultura como resultado final. Assim, a estimativa da produtividade final para diferentes datas de semeadura, utilizando modelos de simulação baseados em processos físicos e fisiológicos, pode ser uma ferramenta importante para contribuir na tomada de decisão sobre a melhor data para a semeadura da soja. Um exemplo deste tipo de modelagem é o Sisadro (INMET), que estima a produtividade das culturas utilizando um modelo de penalização por déficit hídrico. A penalização final é calculada conforme o modelo de Doorenbos; Kassam (1994) e acumulada em passo de tempo decendial.

Ademais, a espacialização da estimativa da produtividade da soja com o auxílio de ferramentas geoestatísticas permite a visualização de regiões mais e menos afetadas pela problemática da redução da produtividade da soja em função do déficit hídrico, podendo contribuir na gestão de recursos hídricos, para a estimativa da necessidade de irrigação, para a análise de solicitações de seguro agrícola, entre outras questões. Com isso, este trabalho tem como objetivo estimar a produtividade final (%) da soja em diferentes locais e datas de semeadura, para solos de textura média e realizar mapas de variabilidade espacial desta variável no estado do RS, para anos de Lã Niña.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A estimativa da produção (%) da soja foi realizada para os anos agrícolas 2019/20; 2020/21 e 2021/22 (Lã Niña) para 47 municípios do estado do RS que possuem estação meteorológica vinculadas ao aplicativo Sisdagro: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhc> (INMET, 2024).

Para isso, foram escolhidas datas de semeadura de novembro a dezembro definidas a partir do ZARC para a cultura da soja, considerando os solos com água disponível (AD) de 2 a 4, conforme a nova inserção para a estimativa AD presente no ZARC 2023 (PORTARIAS SPA/MAPA Nº S 370 À 372, de 27 de junho de 2023). Para assim, contemplar o solo de textura média no Sisdagro, o qual considera o tipo de solo como: textura arenosa, média e argilosa.

O INMET utiliza o modelo de penalização por déficit hídrico, sendo a penalização final calculada conforme o modelo de Doorenbos; Kassam (1994) e acumulada em passo de tempo decendial.

Os dados de entrada no aplicativo foram os seguintes:

1- Datas de semeadura da cultura: 1/11; 8/11; 15/11; 22/11; 29/11; 6/12; 13/12; 20/12 e 27/12;

2- Cultura (duração do ciclo): soja com ciclo de 130 dias;

3- Estação metrológica (Local): 47 municípios que possuem estações metrológicas vinculadas ao INMET, sendo estes: Alegrete, Bagé, Bento Gonçalves, Bom Jesus, Caçapava do Sul, Camaquã, Cambara do Sul, Campo Bom, Canela, Canguçu, Caxias do Sul, Chuí, Cruz Alta, Dom Pedrito, Encruzilhada do Sul, Erechim, Frederico Westphalen, Ibirubá, Irai, Jaguarão, Lagoa Vermelha, Mostardas, Palmeira das Missões, Passo Fundo, Pelotas, Porto Alegre, Quaraí, Rio Grande, Rio Pardo, Santa Maria, Santa Rosa, Santa Vitória do Palmar, Santana do Livramento, Santiago, Santo Augusto, São Borja, São Gabriel, São José dos Ausentes, São Luiz Gonzaga, Soledade, Teutônia, Torres, Tramandaí, Triunfo, Uruguaiana e Vacaria.

4- Solo: textura média (equivalente AD de 2 a 4).

A partir do banco de dados gerados da estimativa da produtividade final da soja (%) média para os três anos agrícola realizou-se a análise geoestatística e os mapas de variabilidade espacial para cada data de semeadura. A dependência espacial da variável no território gaúcho foi avaliada pelos ajustes de variogramas, pressupondo a estacionaridade da hipótese intrínseca, cujos parâmetros de ajustes estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros geoestatísticos dos semivariogramas e da análise de validação cruzada referente aos modelos teóricos para a modelagem da dependência espacial

| <b>Parâmetros de ajuste dos variogramas</b> |           |      |                |        |                |
|---|-----------|------|----------------|--------|----------------|
| Data de semeadura                           | Modelo    | Co   | Co+C           | Ao     | R <sup>2</sup> |
| 1/11  | Gaussiano | 121  | 552            | 808,1  | 0,85           |
| 8/11  | Gaussiano | 119  | 548            | 811,4  | 0,86           |
| 15/11                                       | Gaussiano | 111  | 532            | 874,7  | 0,85           |
| 22/11                                       | Gaussiano | 120  | 550            | 818,1  | 0,88           |
| 29/11                                       | Gaussiano | 136  | 582            | 791,4  | 0,90           |
| 6/12  | Gaussiano | 140  | 590            | 840,3  | 0,93           |
| 13/12                                       | Gaussiano | 144  | 598            | 936,8  | 0,84           |
| 20/12                                       | Gaussiano | 150  | 510            | 932,4  | 0,95           |
| 27/12                                       | Gaussiano | 165  | 540            | 1487,4 | 0,98           |
| <b>Parâmetros da validação cruzada</b>      |           |      |                |        |                |
| Data de semeadura                           | CR        | SE   | R <sup>2</sup> | Y      | EPP            |
| 1/11  | 1,16      | 0,33 | 0,30           | -4,10  | 5,00           |
| 8/11  | 1,15      | 0,32 | 0,30           | -3,34  | 3,20           |
| 15/11                                       | 1,13      | 0,30 | 0,27           | -3,49  | 3,50           |
| 22/11                                       | 1,08      | 0,32 | 0,23           | -2,03  | 5,21           |
| 29/11                                       | 1,11      | 0,27 | 0,30           | -3,36  | 2,90           |
| 6/12  | 1,10      | 0,28 | 0,30           | -2,90  | 2,70           |
| 13/12                                       | 1,06      | 0,31 | 0,25           | -2,77  | 2,20           |
| 20/12                                       | 1,11      | 0,27 | 0,29           | -2,90  | 2,20           |
| 27/12                                       | 1,14      | 0,25 | 0,34           | -3,75  | 2,05           |

Em que: Ao: alcance (km); Co+c: patamar; c: efeito pepita; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; CR: coeficiente de regressão; SE: erro padrão; y: Intercepto eixo; EPP: Erro padrão de predição  
Fonte: Autores (2023)

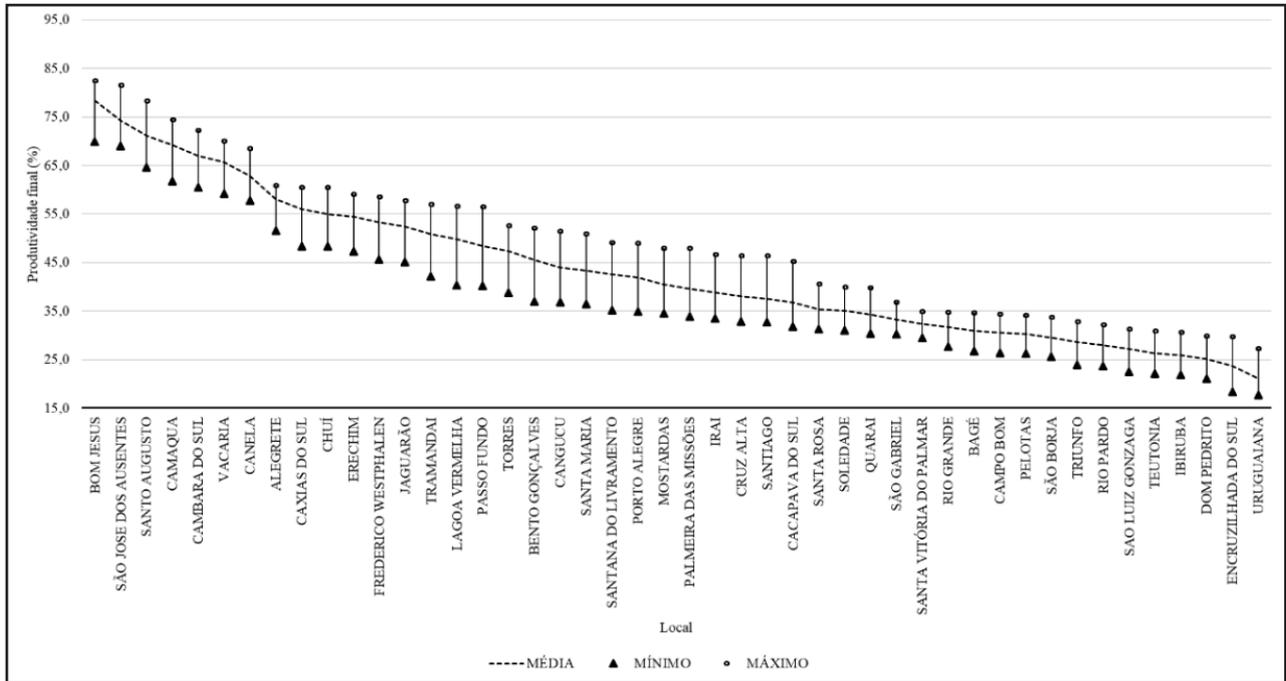
Inicialmente realizou-se o ajuste do modelo teórico de semivariância e posteriormente a análise da validação cruzada, a fim de quantificar o erro de predição do modelo. Selecionou-se o modelo que, após este processo apresentou a menor soma dos quadrados do resíduo (SQR) e fez-se a análise dos seguintes parâmetros dos variogramas: efeito pepita ( $C_0$ ), patamar ( $C_0 + C$ ) e alcance (A) e da validação cruzada: coeficiente de regressão (CR), intercepto (Y), erro padrão (SE), erro padrão de predição (EPP) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (Tabela 1). A interpolação dos mapas foi realizada pelo método da krigagem ordinária utilizando-se o software GS+ com um intervalo para a geração de classes de 5% estipulado a partir do EPP (Tabela 1).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variabilidade espacial na produtividade da soja estimada (Tabela 1) é também evidenciada na Figura 1, que além de apresentar as diferenças entre os locais, ilustra a elevada amplitude nos percentuais de produtividade para um mesmo local, em função da data de semeadura. A maioria dos municípios (23), apresentaram a produtividade final da soja média estimada entre 20 e 50%, nestes a produtividade máxima está entre 34 e 56%. São 14 municípios em que a produtividade final da soja média é superior a 50% e que podem ter percentuais de produtividade máximos entre 56 e 82%. Em uma quantidade menor de municípios (9), a produtividade final estimada (média) foi entre 20 e 30% (Figura 1).

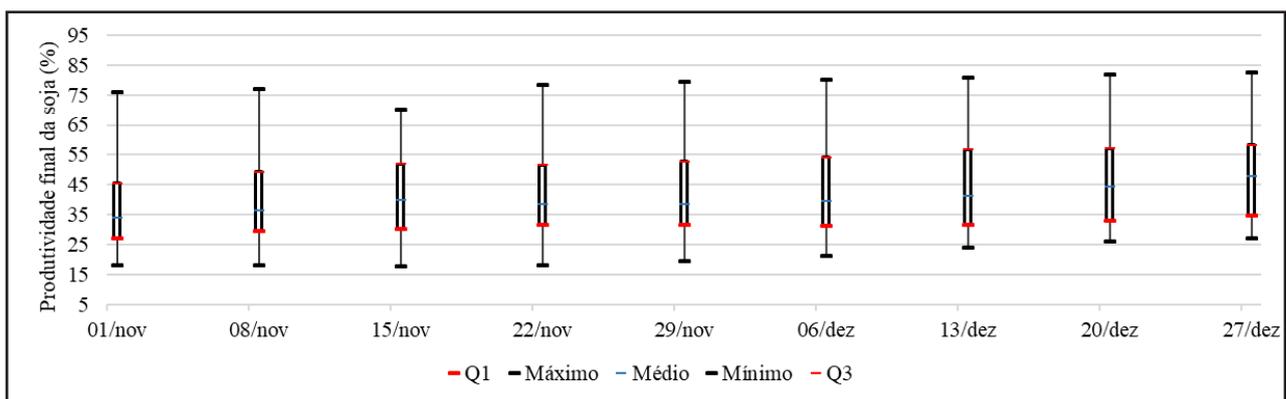
Em relação as datas de semeadura (Figura 2) é possível observar que os dados médios de produtividade final estimados são crescentes à medida que ocorre o atraso da semeadura de 1/11 para 27/12. A dispersão dos dados (intervalo interquartil) é menor para as datas de semeadura no mês novembro. Uma menor diferença entre valores mínimos e máximos acontece para as datas de semeadura de 15/11, 20/12 e 27/12. De um modo geral, ocorre uma diferença maior entre a mediana e os valores máximos, bem como, uma maior diferença interquartil da mediana para a o terceiro quartil, demonstrando que produtividade estimada é maior que a média em um maior número de locais amostrados.

Figura 1 – Produtividade final da soja (%) estimada para diferentes locais e datas de semeadura, para solos de textura média em anos de Lã Niña no RS



Fonte: Autores (2023)

Figura 2 – Boxplot da produtividade final da soja estimada para diferentes locais e datas de semeadura em anos de Lã Niña no RS



Fonte: Autores (2023)

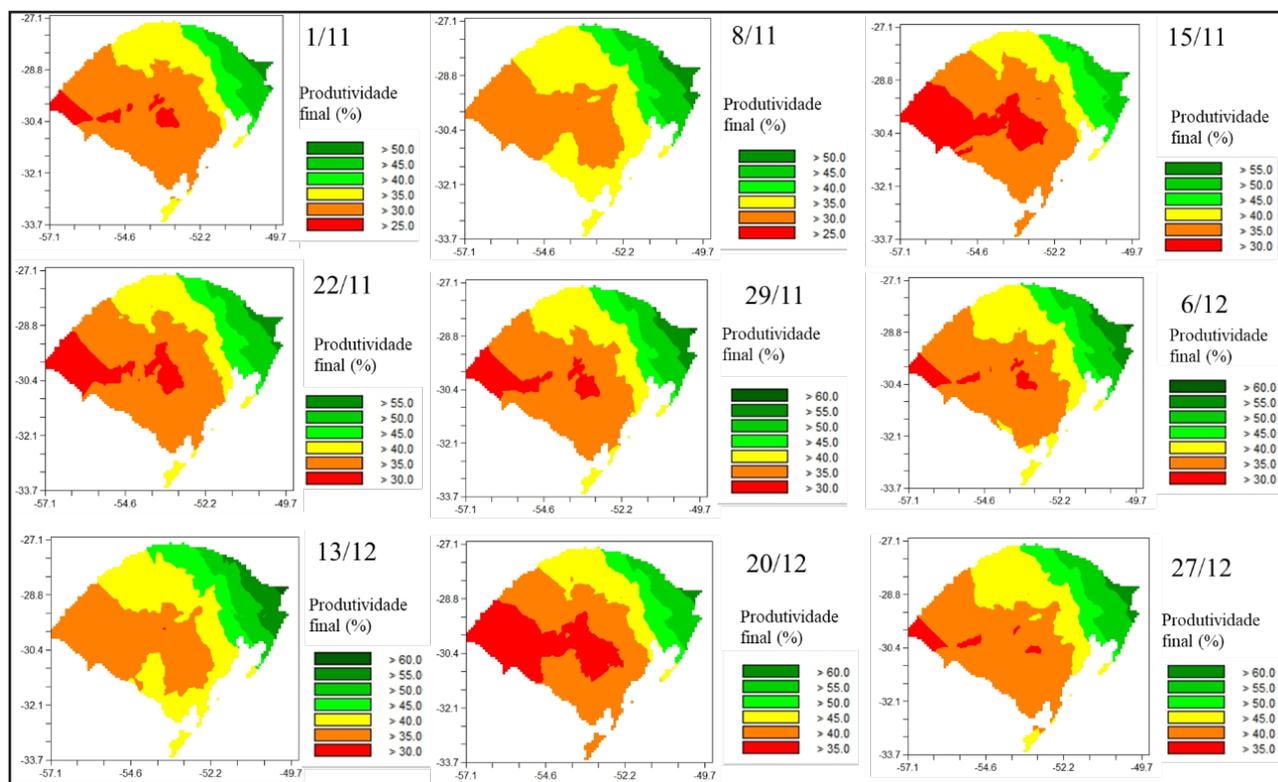
Maiores percentuais de produtividade final estimados para semeadura mais tardias para maior parte do território (Figuras 2 e 3), podem estar relacionados

a melhor distribuição e quantidade de chuvas durante o ciclo da cultura da soja. Segundo Matzenauer *et al.* (2017), que avaliaram a quantidade e a distribuição da precipitação pluvial anual, estacional e mensal em 28 localidades do Estado do Rio Grande do Sul em relação ao fenômeno ENOS, em eventos La Niña chove menos na primavera, mas as chuvas são em maior quantidade que em anos neutros em janeiro e chove mais em março. Na soja, o período reprodutivo é o mais sensível ao déficit hídrico. Segundo Kuss (2006), o déficit hídrico no período reprodutivo pode causar o abortamento acima do normal de flores e a queda de vagens, além de reduzir o peso e tamanho dos grãos, comprometendo a produtividade da cultura. Assim, para a semeadura mais tardia, em meados e final de dezembro, no período reprodutivo (floração e enchimento de grãos), as chuvas tendem a ser em maior quantidade e voltar a regularidade, potencializando a produtividade da cultura.

Os mapas temáticos (Figura 3), demonstram que a variabilidade da estimativa da produtividade final da soja é bem similar no território gaúcho para as diferentes datas de semeadura avaliadas. O território gaúcho ficou dividido em seis ou sete classes em função da produtividade final (%) estimada para a cultura da soja nas diferentes datas de semeadura.

As regiões que possuem maiores percentuais de produtividade final estimada (Figura 3) são as que chovem mais e possuem menores valores de anomalia de chuvas em anos de Lã Niña (Figura 4 a). De acordo com Kuinchtner; Buriol (2001), as regiões onde mais chove no estado são a Serra do Nordeste e em partes do Planalto e Missões, enquanto as regiões que chovem menos são Baixo vale do Uruguai; Campanha, litoral, leste da Depressão Central.

Figura 3 – Mapas temáticos da estimativa da produtividade final da soja médias para as últimas três Lã Niñas em diferentes datas de semeadura no RS



Fonte: Autores (2023)

A variabilidade espacial da produtividade final da soja (%) estimada (Figura 3) tem um padrão similar ao da espacialização dos dados de produtividade da soja (Figura 4 b) obtidos nestas safras (2019/20, 2020/21 e 2021/22), que estão disponíveis no IBGE Cidades (2023), indicando que metodologia apresentada neste estudo, pode contribuir de maneira assertiva para a estimativa da produtividade da soja em anos de Lã Niña.

Os resultados apresentados neste estudo demonstram uma relação direta da produtividade da soja com a distribuição das chuvas no RS e com a anomalia nas chuvas que acontece nos anos de Lã Niña. Esta questão enfatiza a necessidade do uso da irrigação suplementar como alternativa para aumentar o potencial produtivo da cultura da soja e manter tetos produtivos nestas regiões mais afetadas pelo déficit hídrico. Além disso, é possível estabelecer datas de semeadura com maior

potencial produtivo por classe (Figura 3), resultado este que pode influenciar na tomada de decisão quanto ao investimento e práticas de manejo da lavoura.

Figura 4 – Mapas temáticos de isolinhas de anomalias de chuvas (mm) durante anomalias negativas, no Rio Grande do Sul (a) e de produtividade da cultura da soja média para os anos de Lã Niña avaliados (b)

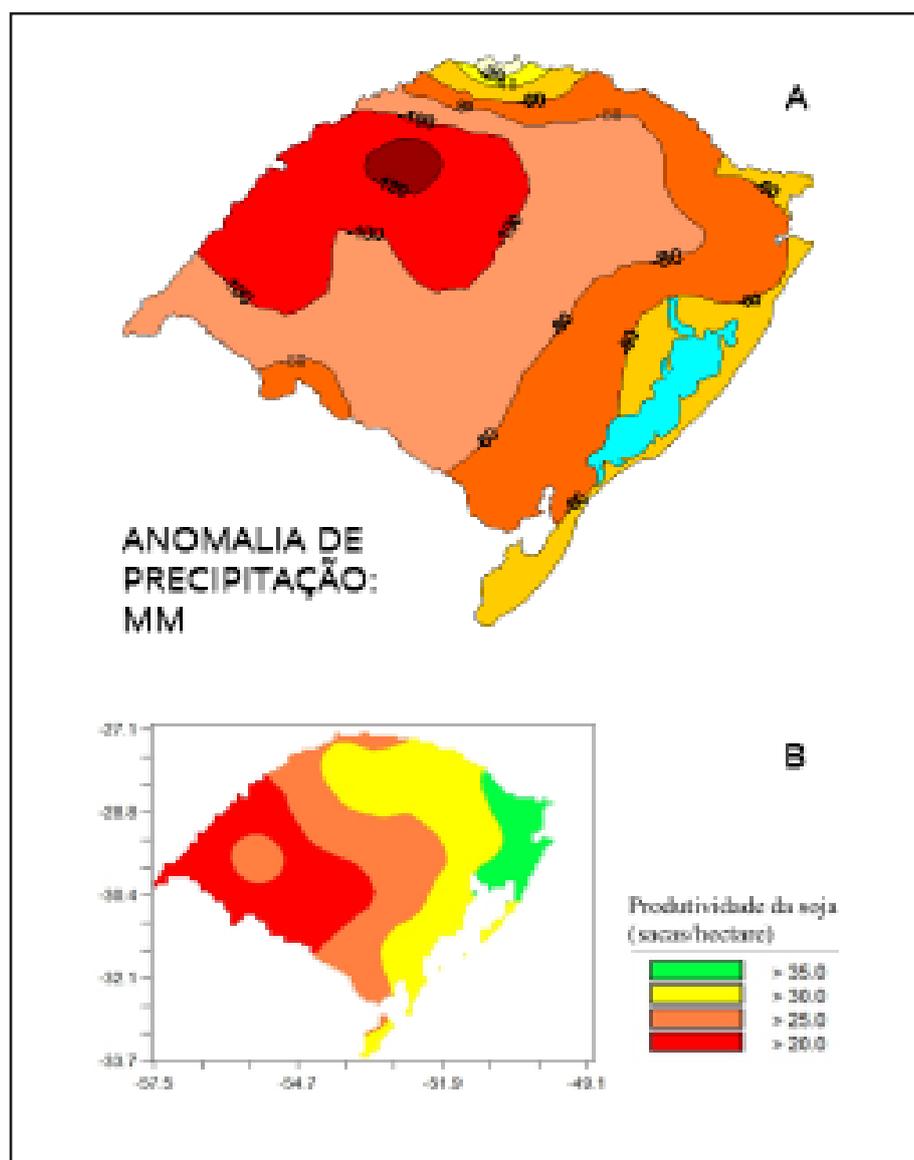


Figura 4 a: Fonte: (Embrapa, 2023); Figura 4 B: dados obtidos do IBGE Cidades

## 4 CONCLUSÕES

A produtividade média da soja para anos de Lã Niña no RS foi estimada em 43,3%, sendo mínima de 17,7% em Uruguaiana para a semeadura no dia 15 /11 e máxima de 82,3% em Bom Jesus, para a semeadura no dia 27/12. Os percentuais médios de produtividade variaram de 37,7% a 48,8 % para a semeadura entre 1/11 e 27/12, indicando um padrão linear de incremento produtivo com o atraso da semeadura.

A produtividade final (%) da soja apresentou dependência espacial e um padrão similar de variabilidade para as diferentes datas de semeadura. Evidenciou-se relação entre a produtividade final (%) da soja estimada e a quantidade e anomalia das chuvas em anos de Lã Niña, nas diferentes regiões.

## REFERÊNCIAS

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura.** Porto Alegre: UFRGS, 110p, 2003.

CONAB. 2023. **Tabela de dados – Produção e Balanço de Oferta e demanda de Grãos.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 19 de fev de 2024.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua em rendimento de los cultivos.** Campina Grande: UFPB, 1994. (FAO, Estudos de irrigação e drenagem, 33).

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, p.39-46, 1996.

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 127-132, 1997.

GUIMARAES, D. P. et al. **Zoneamento agrícola de risco climático (Zarc) para o sorgo granífero no Brasil.** 2020.

KUINCHTNER, A; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas**, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

KUSS, R.C.R. Populações de plantas e estratégias de irrigação na cultura da soja. 2006. 80p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

MATZENAUER, R.; BARNI, N. A.; MALUF, J. R. T. Estimativa do consumo relativo de água para a cultura da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.1013-1019, 2003.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; MALUF, J.R.T. O fenômeno ENOS e o regime de chuvas no Rio Grande do Sul. **Revista da sociedade brasileira de agrometeorologia**, v. 25, n. 2 p. ISSN 2526-7043, 2017.2017.

MONTECINOS, A, DÍAZ, A.; ACEITUNO, P. Seasonal diagnostic and predictability of rainfall in subtropical South America based on Tropical Pacific SST. **Journal of Climate**, Boston, v.13, p.746-758, 2000.

NEUMAIER, N. et al. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1>. Acesso em 08 de setembro de 2023.

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

SILVA, L.P. et al. Estimativa da produtividade de soja usando irrigação na época das chuvas no bioma Cerrado. **Agrometeoros**, v. 28, 2020.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**, Circular Series WAP 6-23, June 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> . Acesso em: 28 ago. 2023.

## Contribuição de Autoria

### 1 – Zanandra Boff Oliveira

Possui mestrado em Ciência do Solo (2011) e doutorado em Engenharia Agrícola (2015), ambos pela Universidade Federal de Santa Maria.

<https://orcid.org/0000-0003-3422-8452> • [zanandraboff@gmail.com](mailto:zanandraboff@gmail.com)

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Recursos, Curadoria de Dados, Escrita – Revisão e Edição, Supervisão, Administração do Projeto, Obtenção de Financiamento.

## 2 – Vitor Maus Spies

Estudante do Curso de Engenharia Agrícola da UFSM Cachoeira do Sul.

<https://orcid.org/0009-0002-9303-9176> • [vitorspies@gmail.com](mailto:vitorspies@gmail.com)

Contribuição: Conceituação, Software, Validação, Investigação, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

## 3 – Carlos Eduardo da Silva

Estudante do Curso de Engenharia Agrícola da UFSM.

<https://orcid.org/0009-0008-4317-6731> • [dasilvakadu03@gmail.com](mailto:dasilvakadu03@gmail.com)

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Software, Validação, Investigação, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

## 4 – Luis Felipe Baranzelli

Estudante do Curso de Engenharia Agrícola da UFSM.

<https://orcid.org/0000-0002-5348-4243> • [luis.baranzelli@acad.ufsm.br](mailto:luis.baranzelli@acad.ufsm.br)

Contribuição: Conceituação, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

## 5 – Matheus da Silva Costa

Estudante do Curso de Engenharia Agrícola da UFSM.

<https://orcid.org/0009-0005-3968-0300> • [matheussilva.costa01@gmail.com](mailto:matheussilva.costa01@gmail.com)

Contribuição: Conceituação, Investigação, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

## 6 – Bruna Rathke

Estudante do Programa de Pós Graduação em Agricultura de Precisão da UFSM.

<https://orcid.org/0009-0003-6214-0156> • [agronomabrunarathke@gmail.com](mailto:agronomabrunarathke@gmail.com)

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Software, Validação, Investigação, Recursos, Curadoria de Dados, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição, Visualização de dados.

## Como citar este artigo

OLIVEIRA, Z. B.; SPIES, V. M.; SILVA, C. E. DA; BARANZELLI, L. F.; COSTA, M. DA S.; RATHKE, B. Estimativa e espacialização da produtividade final da soja em anos de La Niña no Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.46 spe n. 3, e86829, 2024. <https://doi.org/10.5902/2179460X86829>