

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM VACARIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**LUCAS RIZZON FERREIRA**

**ANÁLISE SOBRE A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO À TAXA VARIÁVEL  
NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

**VACARIA  
2020**

**LUCAS RIZZON FERREIRA**

**ANÁLISE SOBRE A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO À TAXA VARIÁVEL  
NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para a obtenção do título de Especialista em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

Orientador: Prof. Msc. Vanderlei Nestor Koefender

**VACARIA  
2020**

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

F383a Ferreira, Lucas Rizzon

Análise sobre a aplicação de calcário à taxa variável na produtividade da cultura da soja/ Lucas Rizzon Ferreira – Vacaria, 2020.

20 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Especialização em Produção Vegetal, Unidade em Vacaria, 2020.

Orientador: Prof. Msc. Vanderlei Nestor Koefender

1. Calcário. 2. Solo. 3. Taxa variável. 4. Artigo. I. Koefender, Vanderlei Nestor. II. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Especialização em Produção Vegetal, Unidade em Vacaria. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Marcelo Bresolin CRB 10/2136

**LUCAS RIZZON FERREIRA**

**ANÁLISE SOBRE A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO À TAXA VARIÁVEL  
NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para a obtenção do título de Especialista em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

Orientador: Prof. Msc. Vanderlei Nestor Koefender

Aprovado em 13/03/2020

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador Prof. Msc. Vanderlei Nestor Koefender  
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS

---

Prof. Dr. Gabriel Nachtigall Marques  
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS

---

Prof. Dr. Márcio Bueno  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

## SUMÁRIO

<b>Introdução</b> .....	6
<b>Materiais e Métodos</b> .....	9
<b>Resultados e Discussão</b> .....	10
<b>Conclusões</b> .....	17
<b>Referências</b> .....	17

## **Análise sobre a aplicação de calcário à taxa variável na produtividade da cultura da soja**

Lucas Rizzon Ferreira<sup>1</sup>, Vanderlei Nestor Koefender<sup>2</sup>

**Resumo:** Este estudo objetivou analisar o efeito da aplicação de calcário à taxa variável sobre a produtividade da cultura da soja. Foi realizado um estudo de caso, avaliando a diferença de produtividade da cultura da soja em produção comercial, entre a safra 2017/2018 (antes da aplicação de calcário à taxa variável) e a safra 2018/2019 (após a aplicação de calcário à taxa variável) em 24,63 hectares em Vacaria/RS. Foram coletadas amostragem de solo georreferenciada: profundidade de 0-20 cm, de forma hidráulica, através de um trado rosca. Grid amostragem de “2”, sendo coletadas 14 amostras finais. Realizamos análise química completa de solo, em laboratório conceituado, certificado pelo ROLAS/2016. Geração de mapas de fertilidade: demonstrando a heterogeneidade do solo conforme a variabilidade dos nutrientes. Recomendação de calcário para a correção do pH: calculada a partir da metodologia de saturação por bases (ROLAS, 2016). Para o mapa de aplicação à taxa variável de calcário: criado arquivo de aplicação com índices mínimos e máximos de dosagens. Foram analisados os mapas de colheita de duas safras de soja, antes e após a aplicação do calcário. Os resultados foram relevantes, pois mesmo utilizando a metade do calcário à taxa variada, ocorreu a uniformização do pH, resultando na melhoria da produtividade da soja, expressa na colheita de 3,118 toneladas safra 2017/2018 para 3,702 toneladas na safra 2018/2019, incrementando 9,74 sacas por hectare. Há necessidade de continuidade de estudos.

**Palavras chave:** *Glycine max.* Solo. Agricultura de precisão.

### **Analysis on the application of lime at a variable rate in soybean crop productivity**

**Abstract:** This study aimed to evaluate the effect of the application of lime at a variable rate on the productivity of the soybean crop. A case study was carried out, evaluating the difference in productivity of the soybean crop in commercial production, between the 2017/2018 harvest (before the application of lime at a variable rate) and the 2018/2019 harvest (after the application of lime at the rate variable) in 24,63 hectares in Vacaria/RS. Samples of georeferenced soil were collected: depth 0-20 cm, in a hydraulic way, through a auger. Grid sampling of “2”, with 14 final samples being collected. We carry out complete chemical analysis of soil, in a reputable laboratory, certified by ROLAS/2016. Generation of fertility maps: demonstrating the heterogeneity of the soil according to the variability of nutrients. Limestone recommendation for pH correction: calculated from the base saturation methodology (ROLAS, 2016). For the application map at variable rate of limestone: application file created with minimum and maximum dosage rates. The harvest maps of two soybean crops were analyzed, before and after the application of lime. The results were relevant, because even using half the lime at a varied rate, the pH was uniform, resulting in an improvement in soybean productivity, expressed in the harvest from 3,118 tons in the 2017/2018 crop to 3,702 tons in the 2018/2019 crop, increasing 9.74 bags per hectare. There is a need for further studies.

**Key words:** *Glycine max.* Soil. Precision agriculture.

---

<sup>1</sup> Eng Agr. Pós-graduando pela Universidade do Estado do Rio Grande do Sul (UERGS).

<sup>2</sup> Eng Agr. Professor Msc. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS).

## Introdução

A soja representa, a nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. Tal fato se justifica pela importância do produto, tanto para o consumo animal, através do farelo da soja, quanto para o consumo humano, através do óleo. A expansão da cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) começou no Brasil na década de 70, e tornou-se de grande importância na produção de alimentos, como fonte de matéria prima para indústria e alimentação animal (PELÚZIO et al., 2008 apud BRITO et al., 2012).

No Rio Grande do Sul, a cultura encontrou condições edafoclimáticas adequadas para o seu cultivo, estando amplamente difundida pelas regiões do estado já na década de 60. Após o sucesso obtido no RS, a sojicultura retornou ao Norte do país com produtividades satisfatórias (CONCEIÇÃO, 1986).

A média nacional, que na safra 2017/18 foi de 56 sacas/ha (IBGE, 2018), está muito abaixo da produtividade que poderia ser alcançada. A pesquisa já comprovou existir tecnologia disponível para colher cerca de mais de 100 sacas por hectare. O produtor Rafael Tolotti (RS), conseguiu atingir 123,50 sacas de soja por hectare utilizando a agricultura de precisão e corrigindo o pH do solo a níveis satisfatórios, levando assim, o título de campeão Sul no desafio nacional de máxima produtividade de soja na safra 2018/2019 na categoria sequeiro (CESB, 2019).

A agricultura de precisão, segundo Molin (2002), é um sistema de gestão que emprega um conjunto de tecnologias e procedimentos para que as lavouras e sistemas de produção sejam otimizados, tendo como elemento chave o manejo da variabilidade da produção.

A questão mais importante evidenciada pela agricultura de precisão é mostrar a variabilidade das áreas agrícolas e fazer com que sejam criadas alternativas de manejo que levem em consideração tal diversidade. A aplicação de determinada prática no local e momento em que apresente maior potencial de resposta, com menor impacto ambiental e com resultados econômicos e sociais satisfatórios, deve nortear as ações nessa área. Portanto, a agricultura de precisão não pode ser relacionada somente ao emprego de máquinas e implementos altamente tecnológicos de última geração, com elevados custos, mas sim, constituir um indicativo de dados que facilitem a tomada de decisão do produtor com um manejo mais eficiente dos fatores de produção (PIRES et al., 2004).

Em 1929 nos Estados Unidos da América, surgiram os primeiros fundamentos da agricultura de precisão, e foram descritos por Linsley e Bauer na circular n° 346 da estação experimental agrícola da Universidade de Illinois (GOERING, 1993). Nessa época, os autores haviam constatado a existência de grandes variações quanto à necessidade de calagem em determinada área e que a aplicação de calcário deveria respeitar essa variabilidade.

Mas somente na década de 80, ocorreu o ressurgimento e disseminação da agricultura de precisão, na forma em que hoje é conhecida, quando microcomputadores, sensores e sistemas de

rastreamento terrestres ou via satélite foram disponibilizados (BALASTREIRE,1998).

Dessa forma, a agricultura de precisão se destaca principalmente por questões de melhorias na conservação e manejo do solo, de forma que proporciona o aumento da produtividade das culturas de maneira que preserve o meio ambiente. A agricultura de precisão, como o seu próprio nome explica, é precisa. Precisa no diagnóstico, no levantamento das características da área cultivada, das propriedades do solo e nas recomendações de manejo e tratamento desse solo para que dê resultados em quantidade abundante e qualidade exemplar (PLANTEC VACARIA, 2019).

A agricultura de precisão, pode ser resumida em quatro etapas:

- 1) Coleta de dados: amostragem de solo georreferenciada e envio para o laboratório de análises.
- 2) Processamento de dados: os resultados das análises são processados e gerados mapas de fertilidade.
- 3) Interpretação: o agrônomo e o produtor rural avaliam os mapas de fertilidade e geram as recomendações de aplicação de fertilizantes e corretivos.
- 4) Aplicação: os mapas são aplicados em taxa variável com o uso de equipamentos de última geração em parceria com empresas regionais.

Sendo através de mapas de fertilidade e de produtividade que o agricultor busca solucionar os principais problemas levantados em sua lavoura (WERNER et al., 2007).

Para isso, a agricultura de precisão pratica o uso de tecnologias para o manejo do solo, insumos e culturas, visando uma maior produtividade das mesmas. A análise detalhada da variabilidade do solo pode indicar alternativas de manejo para a redução dos efeitos da sua variabilidade sobre a produção das culturas. Ultimamente no Brasil os estudos visando conhecer melhor a dinâmica dos atributos químicos no solo, vêm se intensificando (DALCHIAVON et al., 2012).





**Figura 1.** Área de amostragem georreferenciada e repetida a cada dois anos comprovou a eficiência da taxa variada de fósforo de acordo com Saint et al., 2016.

Este trabalho, baseou-se no exemplo da Figura 1, na qual foi ilustrado como as ferramentas de precisão são extremamente importantes na tomada de decisão do produtor e que também permitem o acompanhamento detalhado da evolução da fertilidade do solo. Em vermelho teores abaixo crítico, verde claro teores críticos, verde escuro teores acima do crítico para fósforo. A reposição dos fertilizantes foi realizada com base no mapa de colheita (SANTI et. al, 2016).

Sendo assim, a cada dois anos foi realizada a correção de fósforo à taxa variada nos pontos onde esse elemento apresentava deficiência. Por seguinte, em 6 anos obteve-se 100% da área corrigida de fósforo através da agricultura de precisão.

A escolha do tema, “análise sobre a aplicação de calcário à taxa variável na produtividade da cultura da soja”, é para que se possa obter resultados para incrementar a produção de maneira correta e eficaz, elevando o pH a níveis mais adequados que possibilitem melhor disponibilidade dos nutrientes. A calagem normal é feita numa taxa fixa, já a calagem com agricultura de precisão é feita à taxa variável, distribuindo realmente o que cada talhão necessita, homogeneizando assim o pH da área aplicada.

Foram analisados os mapas de produtividade de áreas comerciais de soja sem calagem de um ano, com a produtividade do ano seguinte, utilizando-se calcário dolomítico aplicado a taxa variável por meio de um sistema de agricultura de precisão.

Este estudo teve como objetivo analisar o efeito da aplicação de calcário à taxa variável sobre a produtividade da cultura da soja obtida na mesma área, antes e após a correção do pH, com a aplicação de calcário à taxa variável, em uma área de 24,63 hectares em produção comercial, sendo a análise feita por meio dos mapas de fertilidade e produtividade na colheita, considerando as premissas de agricultura de precisão.

## **Materiais e Métodos**

Foi realizado um artigo científico analisando a diferença de produtividade da cultura da soja em produção comercial, entre a safra 2017/2018 (antes da aplicação de calcário à taxa variável) e a safra 2018/2019 (após a aplicação de calcário à taxa variável).

O projeto foi executado no Rio Grande do Sul, na cidade de Vacaria localizada no distrito de Coxilha Grande, em uma fazenda de propriedade particular, em uma gleba nomeada de Barra I (24,63 ha). O solo é classificado como Latossolo Bruno contendo em torno de 55% de argila e manejado sob semeadura direta por cerca de 15 anos consecutivos.

Nessa gleba foram realizadas as seguintes etapas:

Amostragem de solo georreferenciada na profundidade de 0-20 cm. Coleta esta, feita de forma hidráulica, através de um trado de rosca acoplado a um quadriciclo. Grid de amostragem: O grid utilizado foi de “2”, ou seja, a cada 2 hectares foram coletadas amostras compostas de 10 a 12 subamostras na profundidade de 0-20 cm. A geração dos arquivos topográficos foi realizada por meio do software HGIS.

Análise da amostras coletadas: foi feita a análise química completa de solo em laboratório conceituado (Terranálises), com controle de qualidade certificado pelo ROLAS 2019. Geração de mapas de fertilidade: demonstrando a heterogeneidade do solo conforme a variabilidade dos nutrientes. Os mapas de fertilidade foram gerados no SIG (Sistema de Informação Geográfica) SGIS da TOPCON PRECISION versão 3.13.1.

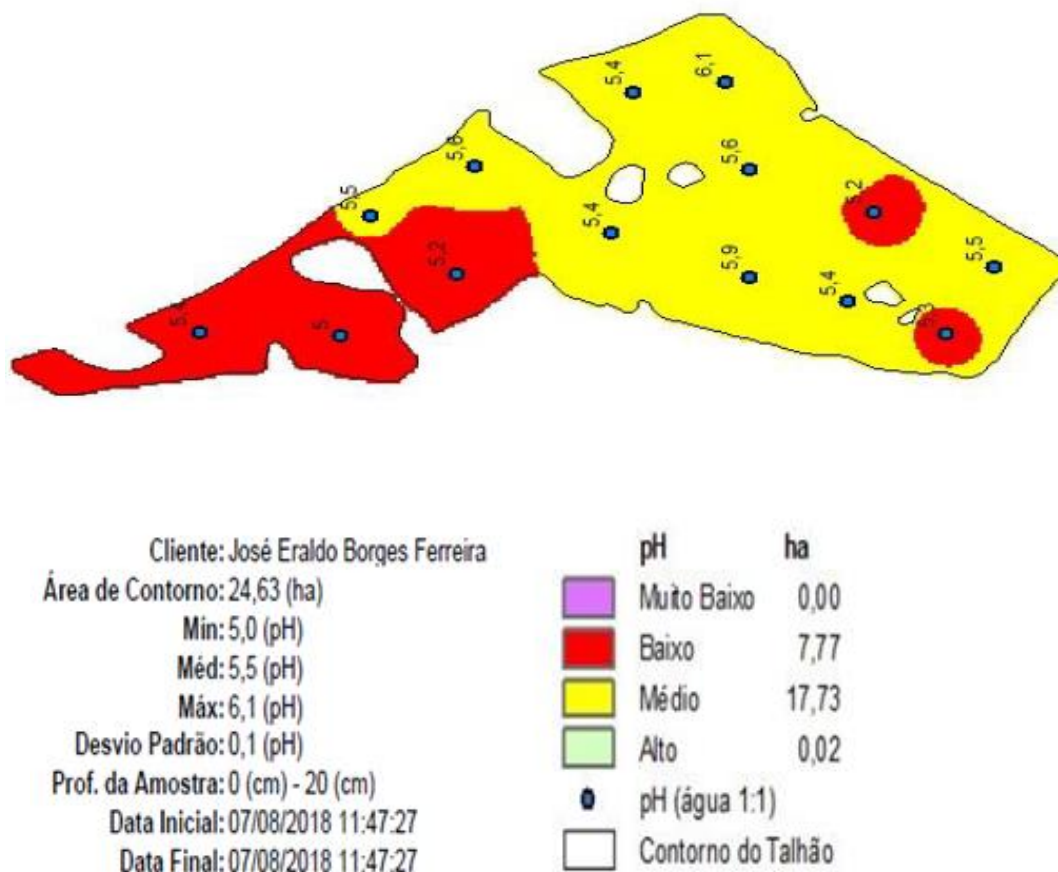
Recomendação de calcário para a correção do pH: foi calculada a partir da metodologia de saturação por bases (ROLAS, 2016). Confecção do mapa de aplicação à taxa variável de calcário: foi criado um arquivo de aplicação com índices mínimos e máximos de dosagens. Devido ao tempo hábil e as condições do produtor, o calcário aplicado foi em superfície, obtendo a taxa máxima de 6 toneladas por hectare, pois acima disso seriam altas dosagens e o calcário deveria ser incorporado. Aplicação do calcário: o calcário usado foi o dolomítico com PRNT de 80% aplicado em superfície e a taxa variável. Obtenção dos mapas de produtividade: foram analisadas as produtividades obtidas sem calagem (safra 2017/2018) e após a calagem (safra 2018/2019) através dos mapas de produtividade obtidos pela colhedora automotriz STS 9470 John Deere processados pelo programa SMS AG LEADER TECHNOLOGY VERSÃO 28.5.

Acompanhamento do clima: quanto o nível de precipitação de chuva e temperatura durante o ciclo da cultura de soja.

Registro da incidência de pragas e doenças da soja nas duas safras.

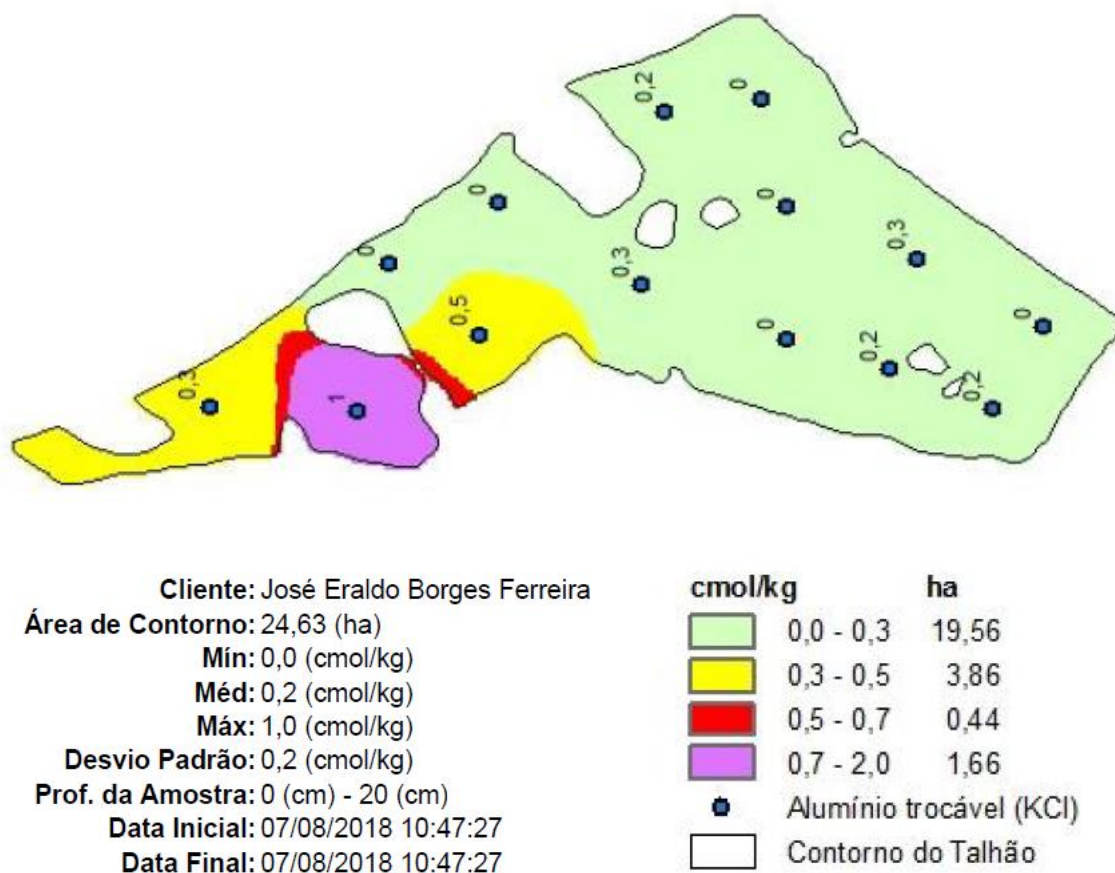
## Resultados e Discussão

As 14 amostras de solo, de aproximadamente 1kg, foram coletadas no mês de agosto de 2018, para identificar os níveis de fertilidade do solo, referente ao pH e ao alumínio trocável, expressos nas figuras 2 e 3.



**Figura 2.** Análise de solo da fazenda pesquisada - gleba Barra I, mapa de pH (H<sub>2</sub>O).

Fonte: PLANTEC, (2019)



**Figura 3.** Análise de solo da fazenda pesquisada - gleba Barra I, mapa de alumínio trocável.

Fonte: PLANTEC, (2019)

De acordo, com o mapa de fertilidade do talhão Barra I, o pH (Figura 2) variou de 5,0 à 6,1 e o alumínio trocável de 0 até 1,0 (Figura 3).

Para altas produtividades em grãos, principalmente na cultura da soja almejamos um pH próximo de 6,0 e o alumínio trocável com valor 0,0 (ROLAS, 2016).

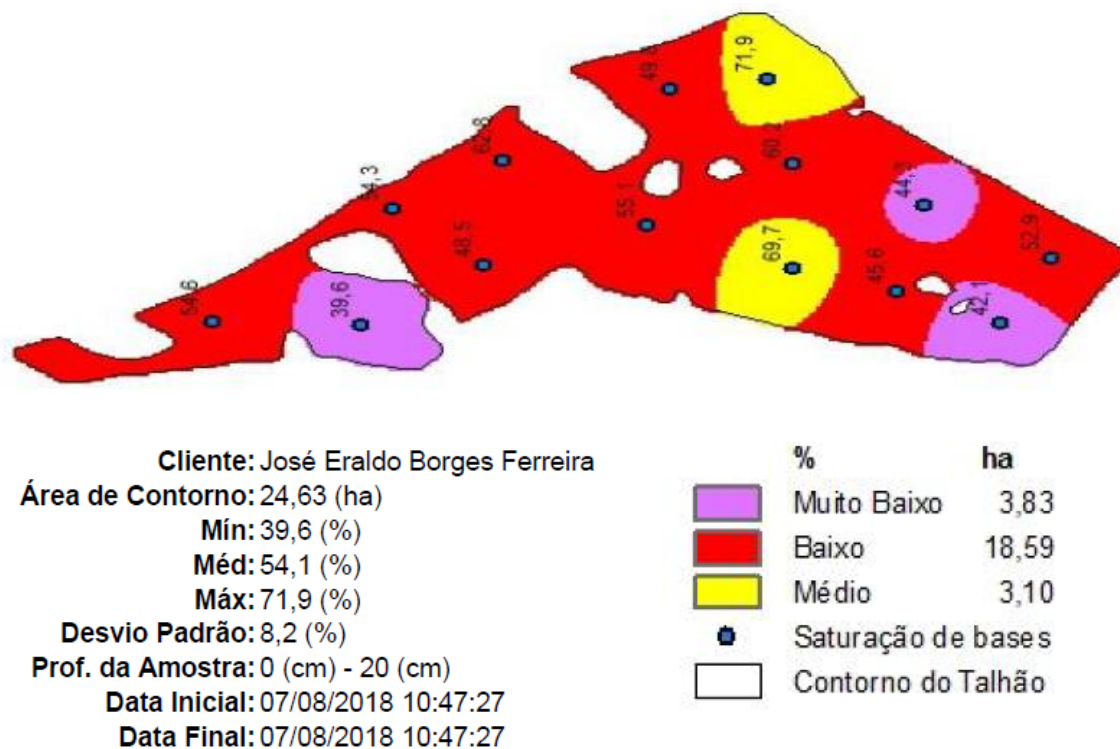
Para padronizar e aumentar os níveis de pH e conseqüentemente diminuir à toxidez por alumínio foi então realizada a aplicação de calcário com taxa variável, visando a correção da fertilidade do solo e padronização do pH para assim obter melhores produtividades finais.

Oliveira e Pavan (1994) relataram em seu estudo que também ocorreu redução da acidez no solo, revelada pela elevação do pH e redução do alumínio trocável, em até 40 cm de profundidade, após trinta e dois meses da aplicação de calcário na superfície.

Como mostra Miguel et. al (2010) o principal efeito do alto nível de alumínio no solo é a redução do crescimento radicular das plantas, no qual essas não conseguem absorver água e nutrientes adequadamente, tornando-as menos produtivas e mais sensíveis à seca, sendo um fator

limitante na produtividade. Portanto, uma alternativa para recuperar a fertilidade desse solo é a correção da acidez por meio da aplicação de calcário.

Também foi realizada a análise de saturação de bases (V%) no solo pesquisado, de acordo com a indicação da figura 4.



**Figura 4.** Análise de solo fazenda pesquisada - gleba Barra I, mapa de saturação de bases (V%).

Fonte: PLANTEC, (2019)

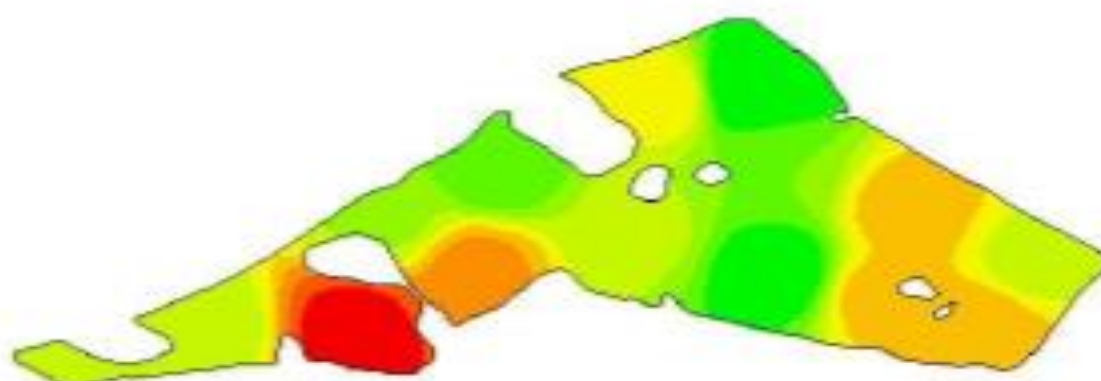
O valor da saturação de bases do talhão Barra I variou de 39,8% até 71,9% e valor médio de 54,1% sendo assim, considerado muito abaixo. Por isso, o uso de calcário foi extremamente importante para aumentar esta proporção.

A saturação de bases (V%) é outro fator que deve ser observado, sendo que o valor indicado para altas produtividades da soja entre 65% a 80% é considerado médio e maior que 80% é considerado alto, conforme descrito no manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS, 2016).

Permitindo a prática de calagem em níveis variados, para diversas culturas Raij et. al (1983) indicou a saturação de bases como sendo um critério adequado para recomendação de calagem.

Moreira et. al (2001) constatou que a aplicação da dose total recomendada de calcário ou de 2/3 dela, na superfície do solo, aumentou os teores de Ca e Mg e os valores de saturação por bases na camada de 0-5 cm em todos os tempos de cultivo.

A figura 5 apresenta o mapa de aplicação do calcário à taxa variável no solo pesquisado, tendo a mínima 1.500 Kg/ha e a máxima 5.747 Kg/ha.



<b>Cliente:</b> José Eraldo Borges Ferreira	<b>kg/ha</b>	<b>ha</b>
<b>Análise de lucro:</b> APL CALCÁRIO - V 80% PRNT 80% MEIA DOSE		1.500 - 1.863 3,12
<b>Criado:</b> sábado, 8 de setembro de 2018		1.863 - 2.396 3,35
<b>Área de contorno:</b> 24,63 (ha)		2.396 - 2.866 2,70
<b>Mínimo:</b> 1.500 (kg/ha)		2.866 - 3.293 5,99
<b>Máximo:</b> 5.747 (kg/ha)		3.293 - 3.677 2,89
<b>Min Não Zero:</b> 1.500 (kg/ha)		3.677 - 4.018 4,53
<b>Média não zero:</b> 3.138 (kg/ha)		4.018 - 4.616 1,25
<b>Média:</b> 3.138 (kg/ha)		4.616 - 5.363 0,42
<b>Total estimado:</b> 80.128 (kg)		5.363 - 5.747 1,27
		Contorno de talhão

**Figura 5.** Mapa de aplicação de calcário à taxa variável - gleba Barra I, PRNT 80%.

Fonte: PLANTEC, (2019)

Com base na análise de solo, foi gerado um mapa de aplicação de calcário à taxa variável (Figura 5), com diferentes kg/ha, neste caso o ponto máximo de 5.747 kg/ha e mínimo de 1.500 kg/ha, objetivando padronizar o talhão em pH nível 6. Vale ressaltar que devido às condições financeiras do produtor e da condição de aplicação, foi aplicada a metade do calcário indicado para a correção total, ou seja, meia dose de calcário respectivamente no talhão Barra I em 2018 e a outra metade será aplicada no ano de 2021.

Segundo Bernardi (2004) a aplicação em taxas variáveis possibilita melhores produtividades e eficiência do uso de nutrientes, sendo diferente da aplicação a taxa fixa de corretivos, que podem resultar em áreas com aplicações varindo de baixa ou acima da dose necessária.

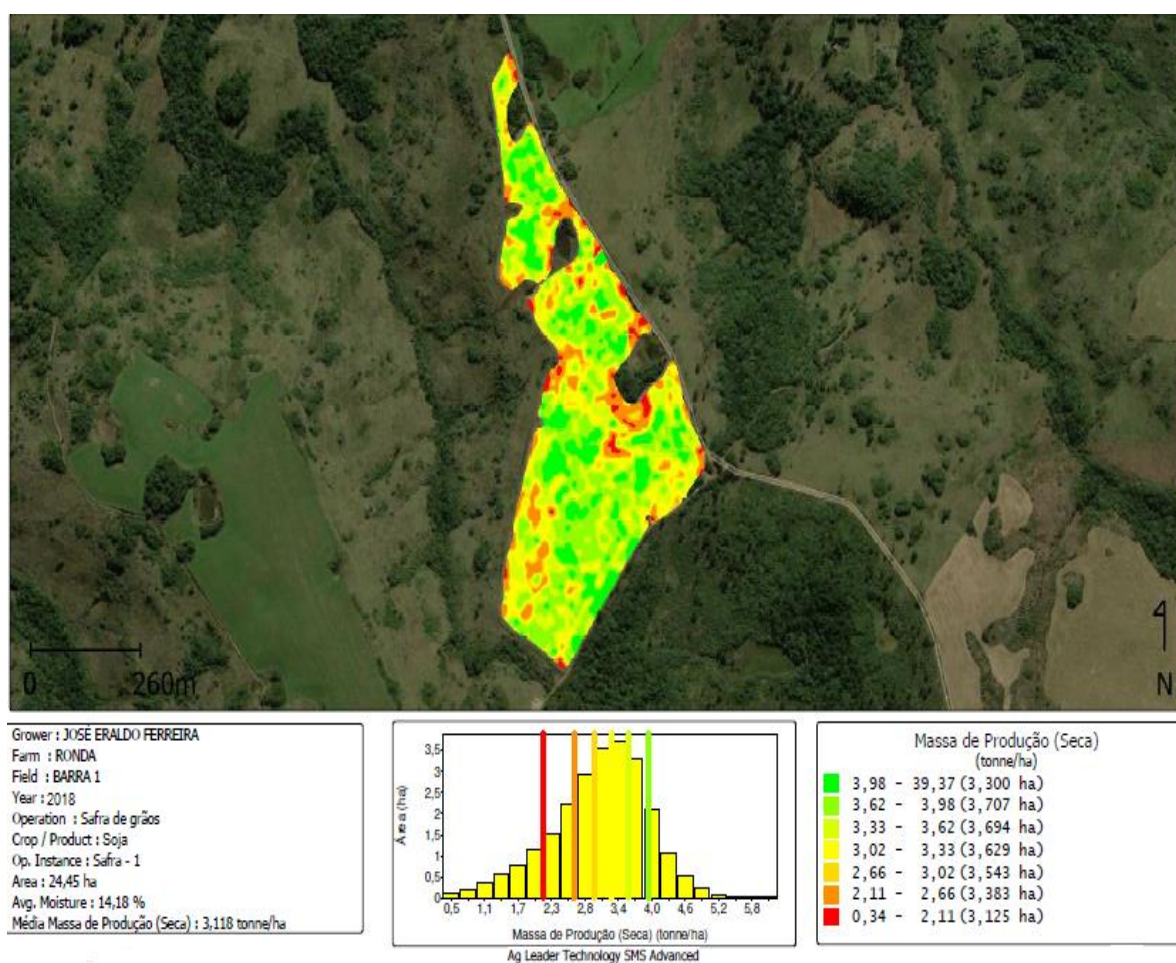
O trabalho de Weirich Neto, Sverzut e Schimandeiro (2006) também evidenciou



variações nas necessidades de nutrientes e de calagem entre os 60 pontos estudados, demonstrando haver diferenças dentro do talhão analisado.

Barbieri, Marques Júnior e Pereira (2008) relataram que devido as diferentes formas de relevo no talhão estudado, elaborados por técnicas geostatísticas os mapas para aplicação de insumos à taxa variada, indicaram maior eficiência para a aplicação de calcário, fósforo e potássio quando comparados com a taxa fixa.

A figura 6 indica o mapa de produtividade da soja obtido pela colhedora automotriz STS 9470 John Deere, na safra 2017/2018, no mês de março de 2018.

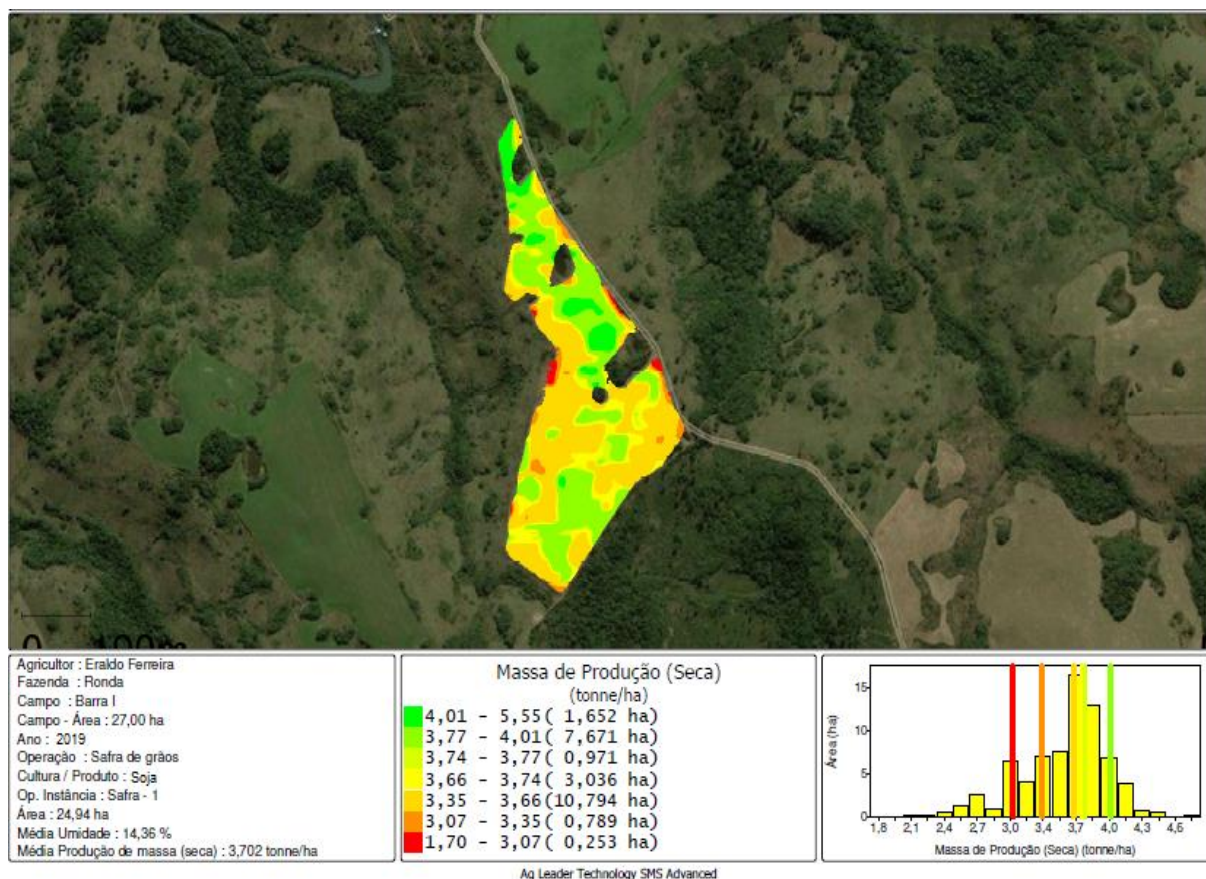


**Figura 6.** Mapa de produtividade - gleba Barra I - safra 2017/2018.

Fonte: AG LEADER TECHNOLOGY SMS ADVANCED, (2018)

O mapa de colheita da gleba Barra I apresenta índices variando de vermelho (produção menor), amarelo (médio) e verde (alto), onde a produção média foi de 3,118 toneladas por hectare, dados esses obtidos sem a aplicação de calcário (Figura 6).

A figura 7 apresenta o mapa da produtividade da gleba Barra I, após a aplicação de calcário à taxa variada, na safra 2018/2019, em março de 2019, utilizando a colhedora automotriz STS 9470 John Deere.



**Figura 7.** Mapa de produtividade gleba Barra I - safra 2018/2019.

Fonte: AG LEADER TECHNOLOGY SMS ADVANCED, (2019)

Na safra 2018/2019 em que foi feito o trabalho de agricultura de precisão no talhão Barra I, realizando a uniformização do pH em toda área com aplicação de calcário dolomítico à taxa variada, obtivemos a produção média de 3,702 toneladas por hectare (Figura 7).

De acordo com os mapas de produtividade da gleba Barra I, a produtividade passou de 3,118 toneladas por hectare (safra 2017/2018) para 3,702 toneladas por hectare (safra 2018/2019), obtendo um acréscimo satisfatório de 9,74 sacas de soja por hectare. (Figuras 6 e 7).

Esses resultados foram relevantes, pois mesmo utilizando a metade do calcário, à taxa variada, indicado na análise do solo, possivelmente o pH atingiu o nível adequado para a cultura da soja, o que resultou em acréscimo da produtividade.

Destacamos que durante o ciclo da cultura da soja na gleba Barra I, entre os períodos de novembro de 2017 até março de 2018, a temperatura média foi de 25°C. O volume total registrado de chuvas foi de 766 mm e uma média de 153 mm ao mês. Já, entre os períodos de novembro de 2018 até março de 2019, a temperatura média foi de 19°C e o volume total registrado de precipitação foi de 788 mm com média mensal de 157 mm (EMBRAPA UVA E



VINHO, 2019).

Quanto as pragas, não houve ataque de lagartas devido a soja ser da cultivar Brasmax Elite possuindo a tecnologia INTACTA RR2 PRO<sup>®</sup>, a qual protege contra quatro espécies de lagarta (INTACTA RR2 PRO, 2020).

Em se tratando de doenças a gleba estudada não apresentou ferrugem asiática, sendo que na safra 2017/2018 foram confirmados 125 casos no estado do Rio Grande do Sul e dois na cidade de Vacaria. Já, na safra 2018/2019 foram 127 casos no estado do Rio Grande do Sul e apenas um no município de Vacaria (CONSORCIO ANTIFERRUGEM, 2019).

Parece consenso entre os pesquisadores de que existem dezenas de fatores que afetam a produtividade da soja (clima, doenças, pragas, entre outros), porém esse trabalho levou em consideração a uniformização do pH e a fertilidade do solo.

Para Berlato e Fontana (1999 apud VIVAN, 2013, p. 283-284):

As alterações anuais da produtividade de soja no sul do Brasil são função das oscilações no regime pluviométrico, o qual é fortemente influenciado pela ocorrência de fenômenos climáticos, como El Niño e La Niña. Franke e Dorfman (2000) afirmam que, baseado em trabalhos de pesquisa consultados, pode-se que a irrigação na cultura da soja, nas condições agroecológicas do Rio Grande do Sul e, em especial, do Planalto Médio e das Missões, justifica-se tecnicamente.

Varaschini (2012) adotou a prática da agricultura de precisão com aplicação a taxa variável dos fertilizantes e obteve um incremento na produtividade tanto em culturas de inverno como nas de verão nas quais foram disponibilizados as quantidades precisas de fertilizantes para que a cultura possa desenvolver o seu ciclo assim expressando seu potencial de produtividade garantindo um bom retorno financeiro ao produtor.

Segundo Hexem e Heady (1978 apud VIVAN et. al, 2013, p. 284) “a produção de uma cultura agrícola está condicionada a vários fatores referentes ao solo, à planta e ao clima, existindo uma relação funcional entre estes fatores e a produção das culturas, característica de cada condição ambiental.”

Como também mostrou o trabalho de Fiorin et. al (2011) a produtividade das culturas avaliadas nas lavouras com fertilizantes aplicados a taxa variável foram superiores em 3,1 a 6,0 sacas/ha de soja e em 20,0 sacas/ha de milho, comparativamente a fertilizantes aplicados de forma convencional (taxa fixa).

Para Hoogenboom (2000 apud VALE, 2017, p.11):

As variáveis agrometeorológicas (climáticas) associadas à produção agrícola são a temperatura, a radiação solar e a precipitação. A temperatura regula o desenvolvimento reprodutivo das plantas, a radiação fornece a energia para os processos de fotossíntese, interferindo no crescimento das plantas, e a precipitação afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas.

## Conclusões

Finalizando o estudo percebemos que o objetivo foi atingido, tendo em vista que foi possível analisar o efeito da aplicação de calcário à taxa variável sobre a produtividade da cultura da soja, em uma gleba de 24,63 ha, considerando três aspectos: pH, alumínio trocável e saturação de bases.

Cabe destacar que a aplicação do calcário não seguiu a recomendação total de correção indicado na análise química do solo, sendo aplicada a metade do previsto, ou seja, meia dose.

Portanto, há um indicativo de que à taxa variável de calcário, por meio da agricultura de precisão, pode trazer resultados na melhoria da produtividade, pois a mesma passou de 3,118 toneladas por hectare (safra 2017/2018) para 3,702 toneladas por hectare (safra 2018/2019), na gleba pesquisada, obtendo um acréscimo de 9,74 sacas de soja por hectare.

Apresentamos como limitador do estudo o não acompanhamento periódico das variáveis como clima, pragas, doenças, dentre outros, no decorrer do ciclo da cultura da soja, o que evidencia a necessidade de realização de novos estudos.

## Referências

BALASTREIRE, L. A. A experiência com pesquisas em Agricultura de Precisão na ESALQ-USP. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 4., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Microservice, 1998. 1 CR-ROM.

BARBIERI, Diogo M.; MARQUES JÚNIOR José; PEREIRA Gener T. Variabilidade espacial de atributos químicos de um argissolo para aplicação de insumos à taxa variável em diferentes formas de relevo. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.645-653, out./dez. 2008.

BERNARDI, A. C. de C. et al. Aplicação de Fertilizantes a Taxas Variáveis. In: Agricultura de Precisão para o Manejo da Fertilidade do Solo em Sistema Plantio Direto. MACHADO, P. L. O. de A. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2004.

BRITO, Deyvid Rocha; AGUIAR, Raimundo Wagner de Souza; OOTANI, Marcio Akio. Avaliação do efeito de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) sobre o vigor de sementes de soja [*Glycine Max* (L.) MERRILL] armazenadas sob 31°C. In: **Seminário de Iniciação Científica**, 8., 2012, Campos de Palmas, Anais..., 2012. Disponível em: <[http://eventos.uft.edu.br/files/imports/viii\\_cient/documentos/0c8ef0dfb05e903526b03486d43c3445/1671.pdf](http://eventos.uft.edu.br/files/imports/viii_cient/documentos/0c8ef0dfb05e903526b03486d43c3445/1671.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2019.

CESB. Case campeão 18/19 – sul – cat. sequeiro. Disponível em:

<<http://www.cesbrasil.org.br/wp-content/uploads/2019/06/case-campeao-CESB-sul.pdf>. >

Acesso em: 13 nov. 2019.

CONCEIÇÃO, Octavio Augusto C. **A expansão da soja no Rio Grande do Sul 1950-75**. Porto

Alegre: Secretaria de Coordenação e Planejamento/FEE, 1986. n. 6. Disponível em: <

<http://cdn.fee.tche.br/digitalizacao/teses-fee/expansao-soja-rio-grande-do-sul-teses-6/expansao-soja-rio-grande-do-sul-teses-6-texto.pdf.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2019.

CONSORCIO ANTIFERRUGEM, 2019. Disponível em: <

<http://www.consorcioantiferrugem.net/#/main>> Acesso em 16 fev. 2020.

DALCHIAVON, Flávio Carlos; DE PASSOS, Morel; CARVALHO; ANDREOTTI, Marcelo; MONTANARI, Rafael. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo

Vermelho Distroférrico sob Sistema Plantio Direto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 453-461, jul-set, 2012. Disponível em:

<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1538> Acesso em: 30 mar. 2020.

EMBRAPA UVA E VINHO. Agrometeorologia - Vacaria/RS. Disponível em:<

<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/dados-meteorologicos/vacaria>> Acesso em 16 fev. 2020.

FIORIN, Jackson Ernani, et al. **Viabilidade técnica e econômica da agricultura de precisão no sistema cooperativo do Rio Grande do Sul**. Disponível em:<

[https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-](https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2011/agrarias/VIABILIDADE%20T%C3%83%E2%80%B0CNICA%20E%20ECON%C3%83%E2%80%9DMICA%20DA%20AGRICULTURA%20DE%20PRECIS%C3%83%C6%92O%20NO%20SISTEMA%20COOPERATIVO%20DO%20RIO%20GRANDE%20D.pdf)

[2011/agrarias/VIABILIDADE%20T%C3%83%E2%80%B0CNICA%20E%20ECON%C3%83%E2%80%9DMICA%20DA%20AGRICULTURA%20DE%20PRECIS%C3%83%C6%92O%20NO%20SISTEMA%20COOPERATIVO%20DO%20RIO%20GRANDE%20D.pdf](https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2011/agrarias/VIABILIDADE%20T%C3%83%E2%80%B0CNICA%20E%20ECON%C3%83%E2%80%9DMICA%20DA%20AGRICULTURA%20DE%20PRECIS%C3%83%C6%92O%20NO%20SISTEMA%20COOPERATIVO%20DO%20RIO%20GRANDE%20D.pdf)> Acesso em: 15 mar. 2020.

GOERING, C. E. Recycling a concept. *Agricultural Engineering*, St. Joseph, v. 65, n. 6, p. 25, 1993.

IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. In: **IBGE**, 2018, Rio de Janeiro.

Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil> > Acesso em: 15 nov. 2019.

INTACTA RR2 PRO. Disponível em: <<http://www.intactarr2pro.com.br/intacta-rr2-pro/>>  
Acesso em: 6 abr. 2020.

MIGUEL, Paulo Sérgio Balbino; GOMES, Fernando Teixeira; DA ROCHA, Wadson Sebastião Duarte; MARTINS, Carlos Eugênio; DE CARVALHO, Caio Antunes; DE OLIVEIRA, André Vicente. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**, v. 24, p. 22, Juiz de Fora. 2010

MOLIN, J. P. Desafios da agricultura brasileira a partir da agricultura de precisão. In: **SIMPÓSIO SOBRE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO**, 3., 2002, Campinas. 9 p. Disponível  
em:[http://www.potafos.org/ppiweb/pbrazil.nsf/\\$webindex/article=36ED230B83256C950066174233DC5CAO!opendocument/](http://www.potafos.org/ppiweb/pbrazil.nsf/$webindex/article=36ED230B83256C950066174233DC5CAO!opendocument/). Acesso em: 28 nov. 2019.

MOREIRA et. al. Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 25, p. 71-81, 2001.

OLIVEIRA, E.L.; PAVAN, M.A. Redução da acidez do solo pelo uso de calcário e gesso e resposta da soja cultivada em plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., Petrolina, 1994. **Anais**. Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ EMBRAPA-CPATSA, 1994. p.178.

PIRES, João Leonardo Fernandes; DA CUNHA, Gilberto Rocca; PASINATO, Aldemir; FRANÇA, Solange; RAMBO, Lisandro. Discutindo agricultura de precisão – aspectos gerais. In: : **Embrapa Trigo**, 2004. 18 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 42). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do42.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do42.htm)> Acesso em: 29 nov. 2019.

PLANTEC VACARIA, 2019. Disponível em: <<http://www.plantecvacaria.com.br/planos>>  
Acesso em: 27 set. 2019.

ROLAS. Rede Oficial de Laboratórios de Análise do Solo e de Tecido Vegetal. Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo** – Núcleo Regional Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016.

RAIJ et. al. Alumínio trocável e saturação em bases como critérios para recomendação de calagem. **Bragantia, revista científica do instituto agrônomo**, Campinas, V. 42, n.13, p.149-156, 1983.

SANTI, Antônio Luis; SEBEM, Elódio; GIOTTO, Enio; AMADO, Telmo Jorge Carneiro. **Agricultura de precisão no Rio Grande do Sul** – Santa Maria, RS: CESPOL, 2016.

SILVA, Ariana Cericatto da; LIMA, Érica Priscilla Carvalho de; BATISTA, Henrique Rogê. **A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação**. Disponível em: <  
[http://www.apec.unesc.net/V\\_EEC/sesoes\\_tematicas/Economia%20rural%20e%20agricultura%20familiar/A%20IMPORT%C3%82NCIA%20DA%20SOJA%20PARA%20O%20AGRONEG%C3%93CIO%20BRASILEIRO.pdf](http://www.apec.unesc.net/V_EEC/sesoes_tematicas/Economia%20rural%20e%20agricultura%20familiar/A%20IMPORT%C3%82NCIA%20DA%20SOJA%20PARA%20O%20AGRONEG%C3%93CIO%20BRASILEIRO.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2019.

WEIRICH NETO, Pedro H.; SVERZUT Cláudio B.; SCHIMANDEIRO Adriana. Necessidade de fertilizante e calcário em área sob sistema plantio direto considerando variabilidade espacial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG. v.10, n.2, p.338–343, 2006. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2019.

WERNER, V. et. al. Aplicação de fertilizantes a taxa variável em agricultura de precisão variando a velocidade de deslocamento. Ijuí – RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 6, p. 658-663, 2007. VARASCHINI, ANDRÉ DALLA CORTE, 2012. Disponível em:  
<<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/699/andretcc.pdf?sequence=1>> Acesso em: 25 set. 2019.

VALE, Najla Kauara Alves do. **Trajatória da produtividade da soja em função da variabilidade das chuvas no estado de Goiás**. 2017. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA). Programa de Pós-graduação em agronegócio. Goiás, 27 jan. 2017. Disponível em: <  
<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/6997/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Najla%20Kauara%20Alves%20do%20Vale%20-%202017.pdf>> Acesso em: 05 abr. 2020.

VIVAN, Gisele Aparecida et. al. Rendimento relativo da cultura da soja em função da lâmina de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 282-292, abril-junho, 2013. Disponível em: <  
<http://actarborea.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/500>> Acesso em: 05 abr. 2020.