



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ARIÁDNE CARLA DE CARVALHO

**ACIDEZ DO SOLO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA CULTURA DA SOJA**

CURITIBA-PR

2020

ARIÁDNE CARLA DE CARVALHO

**ACIDEZ DO SOLO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA CULTURA DA SOJA**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas

Orientador: Prof. Me. Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria

Coorientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius Cremonesi

CURITIBA-PR

2020

## Ficha catalográfica:

CARVALHO, Ariádne Carla de

Acidez do solo em sistema plantio direto na cultura da soja / Ariádne Carla de Carvalho – Curitiba, 2020

28 f.

Orientador: Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria. Coorientador: Marcus Vinicius Cremonesi

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias.

1. Calagem. 2. Calcário. 3. Correção do solo.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

ARIÁDNE CARLA DE CARVALHO

### ACIDEZ DO SOLO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. O presente trabalho foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Curitiba, 31 de maio de 2020

---

Prof. Me. Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria  
Orientador

---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Cremonesi  
Coorientador

---

Ariadne Carla de Carvalho

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Especialista em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

---

Prof. Me. Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria  
Orientador

---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Cremonesi  
Coorientador

Universidade Federal do Paraná  
Curitiba, 2020

## **AGRADECIMENTOS**

*À Deus que me concedeu o dom da vida e a capacidade e motivação para realizar esse trabalho.*

*Aos meus Pais, Mário Soares de Carvalho e Maria Elena Rodrigues, por sempre me apoiarem nos meus estudos, minha hoje e eterna gratidão por todos momentos que abriram mão de algo em benefício dos filhos.*

*Ao meu orientador, Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria, pela orientação, por corrigir com paciência e pelo incentivo em não desaminar dos meus objetivos.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, funcionários e professores da UFPR, que de uma forma ou de outra contribuíram para a minha formação.*

*A todos os colegas da pós-graduação, em especial ao Gabriel Graff, pelo companheirismo e amizade que levarei por toda vida.*

*Aos amigos pelo apoio.*

*A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.*

*“Não reclame se a terra não é boa; Que o clima não é favorável; Não lhe cabe julgar a terra ou o tempo; Tua missão é semear!”*

-Vade Bernaski

## RESUMO

Os solos podem ser naturalmente ácidos, devido a fatores como material de origem, a rocha que originou é pobre em bases (cálcio- $\text{Ca}^{+2}$ , magnésio- $\text{Mg}^{+2}$ , potássio- $\text{K}^{+}$  e sódio- $\text{Na}^{+}$ ) ou tinha alto teor e foram lixiviadas devido às chuvas fortes e frequentes, a condições climáticas tropicais que favorecem o intenso intemperismo, com alta temperatura e alta pluviosidade. No Brasil aproximadamente 70% do território possui solos ácidos. Devido principalmente à alta concentração de  $\text{Al}^{+3}$  solúvel os solos ácidos são capazes de reduzir o potencial produtivo das culturas em cerca de 40%. Solos considerados ácidos com pH menor que 5,5 a disponibilidade de macro nutrientes é reduzida principalmente do cálcio, magnésio e fósforo o que reduz o desenvolvimento da planta e prejudica o potencial produtivo das culturas, além de que a presença do alumínio retarda o desenvolvimento do sistema radicular, causando também o engrossamento das raízes das plantas. A maneira mais simples para aumentar o pH e a saturação por bases e oferecer condições adequadas as plantas é corrigindo o solo por meio da prática da calagem e atenuar os efeitos negativos da acidificação do solo na produtividade das culturas e fornece também  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ . A elevação do pH acima de 5,5 além de neutralizar a toxidez causada por Al altera a disponibilidade dos nutrientes para as plantas. No sistema de plantio direto, onde não há revolvimento do solo, o calcário é aplicado na superfície e sem incorporação onde a correção da acidez do solo será em profundidade que será proporcional à dose e ao tempo. Nesse sistema sem revolvimento a matéria orgânica é acumulada principalmente nas camadas superficiais do solo onde ocorre a complexação do Al pelas interações entre os compostos orgânicos solúveis e os minerais do solo, deixando-o numa forma menos tóxica às plantas. É interessante que a calagem seja utilizada como prática de manutenção na área não deixando para que a correção seja feita de última hora e de uma única vez por ela ser um processo lento e como não terá a incorporação é importante a correção com antecedência para que o calcário penetre no solo e faça a correção.

**PALAVRAS-CHAVE:** calagem; calcário; correção do solo

## ABSTRACT

The soils can be naturally acidic, due to factors such as source material, the originating rock is poor in bases (calcium- $\text{Ca}^{+2}$ , magnesium- $\text{Mg}^{+2}$ , potassium- $\text{K}^{+}$  and sodium- $\text{Na}^{+}$ ) or was high in leachate due to heavy and frequent rains, to tropical climatic conditions that favor intense weathering, with high temperature and high rainfall. In Brazil, approximately 70% of the territory has acid soils. Due mainly to the high concentration of soluble  $\text{Al}^{+3}$ , acidic soils are able to reduce the productive potential of crops by about 40%. Soils considered acidic with pH less than 5.5 the availability of macro nutrients is reduced mainly by calcium, magnesium and phosphorus which reduces the development of the plant and harms the productive potential of the crops, in addition to the fact that the presence of aluminum delays the development of root system, also causing the plant roots to thicken. The simplest way to increase pH and base saturation and to provide suitable conditions for plants is to correct the soil through the practice of liming and to mitigate the negative effects of soil acidification on crop productivity and also provides  $\text{Ca}^{+2}$  and  $\text{Mg}^{+2}$ . Raising the pH above 5.5 in addition to neutralizing the toxicity caused by Al changes the availability of nutrients to plants. In the no-tillage system, where there is no turning of the soil, limestone is applied on the surface and without incorporation where the correction of the acidity of the soil will be in depth that will be proportional to the dose and time. In this system without turning the organic matter is accumulated mainly in the superficial layers of the soil where the Al complexation occurs due to the interactions between the soluble organic compounds and the minerals of the soil, leaving it in a less toxic form to plants. It is interesting that the liming is used as a maintenance practice in the area, not allowing the correction to be made at the last minute and once because it is a slow process and as it will not have the incorporation, it is important to correct it in advance so that the limestone penetrates the soil and make the correction.

**KEYWORDS:** liming; limestone; soil correction

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
2.1 Acidez do solo.....	11
2.2 Sistema Plantio Direto.....	13
2.3 Cultura da Soja .....	15
2.4 Calagem em Sistema Plantio Direto .....	17
2.5 Dinâmica do calcário em Sistema Plantio Direto.....	18
3. CONCLUSÃO .....	21
4. REFERENCIAS .....	22

## 1. INTRODUÇÃO

Os solos podem ser naturalmente ácidos por diversos motivos, entre eles devido ao material de origem dos solos, condições de pedogênese, desprovemento de bases (cálcio- $\text{Ca}^{+2}$ , magnésio- $\text{Mg}^{+2}$ , potássio- $\text{K}^{+}$  e sódio- $\text{Na}^{+}$ ), ou de formação de solo que favoreçam a remoção de elementos básicos do solo (RAIJ, 2011).

Esse processo de perda de bases é acelerado nas regiões com precipitações mais intensas e, mesmo em solos originados de rochas menos ácidas, com o tempo, tendem a se tornarem ácidos devido a lixiviação das bases e a dissociação do gás carbônico oriundo da atmosfera e das raízes das plantas (CAIRES, 2010; SOUSA et al., 2016)

Solos ácidos podem reduzir o potencial produtivo das culturas em cerca de 40%, isso pela alta concentração de alumínio solúvel que afeta o desenvolvimento da planta, aproximadamente 70% dos solos no Brasil é ácido (QUAGGIO, 2000). O problema de se ter solos ácidos é que se tem deficiência de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e/ou a toxicidade de alumínio ( $\text{Al}^{+3}$ ) e manganês ( $\text{Mn}^{+2}$ ) (SOUSA et al., 2007). Principal sintoma da toxicidade do  $\text{Al}^{+3}$  em plantas é a inibição no alongamento radicular, reduzindo o crescimento das raízes (CHANDRAN et al., 2008) e, conseqüentemente, a diminuição na absorção de nutrientes (ABREU Jr. et al., 2003).

Um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira foi a introdução do sistema plantio direto (SPD). A sua adoção pelos produtores brasileiros ocorreu a partir da década de 1970 no Sul do Brasil, visando o não revolvimento do solo, rotação de culturas e manutenção da cobertura do solo (LOPES et al., 2004).

O sistema plantio direto promove o acúmulo de matéria orgânica no solo, contribui para a melhoria dos atributos físicos (textura, resistência do solo a penetração, umidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo e de partícula e estabilidade dos agregados), químicos (matéria orgânica (MO), carbono (C), pH, capacidade de trocas catiônicas (CTC), soma de bases (SB), potássio ( $\text{K}^{+}$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), saturação de bases (V%) e fósforo (P)) e biológicos (C e N da biomassa microbiana, taxa de respiração (consumo de  $\text{O}_2$  ou emissão de  $\text{CO}_2$ ), quociente metabólico, quociente microbiano e nitrogênio microbiano do solo) quando manejado adequadamente. Este fato se deve em razão da cobertura proporcionada pelas plantas vivas e mortas que reduz perdas de solo e nutrientes por erosão (SALES et al., 2016, SANTOS et al., 2017; GUARESCHI;

PEREIRA; PERIN, 2012). Como a calagem é realizada em superfície e sem que ocorra o revolvimento do solo no SPD, ela pode formar, eventualmente, um gradiente químico no perfil do solo, onde o calcário irá descer no perfil do solo de acordo com a dose aplicada e o tempo na superfície. Assim, promove a manutenção de agregados e evita a exposição da matéria orgânica do solo (CAIRES et al., 2006).

A soja é uma cultura altamente estudada e uma das principais que se adaptam ao SPD. Por ser uma cultura de bom custo benefício e por ser veículo de inovações tecnológicas tem recebido grande destaque no cenário mundial (FERREIRA; FREITAS; MOREIRA, 2015).

Devido à necessidade de realizar a correção da acidez do solo para oferecer boas condições as plantas, sem o revolvimento do solo, a calagem no sistema plantio direto possui um papel muito importante, (CAIRES et al., 2004).

Nas regiões tropicais é imprescindível a correção dos solos para uma produção sustentável de alimentos. Com a calagem sendo realizada corretamente e no tempo certo ela eleva o pH em água do solo para uma faixa entre 5,5 e 6,5. Esta condição aumenta a solubilidade dos nutrientes, exceto os micronutrientes metálicos (Cobre-Cu<sup>+2</sup>, Ferro-Fe<sup>+2</sup>, Manganês-Mn<sup>+</sup> e Zinco-Zn<sup>+2</sup>), e reduz o teor de Al<sup>+3</sup>, além de neutralizar o Al tóxico às plantas cultivadas e fornecer Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> (MALAVOLTA, 1980; SOUSA E LOBATO, 2004).

Este trabalho teve como objetivo mostrar a importância da calagem na correção do solo no sistema plantio direto sem revolvimento do calcário.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Acidez do solo

Um dos fatores mais limitantes para a produção agrícola é a acidez dos solos. Esse fato se deve a interferência nos atributos da fertilidade natural dos solos, onde a adubação também é prejudicada, sendo necessária a correção desse baixo pH para um bom desenvolvimento e produtividade das culturas (PAULETTI et al., 2014; MANTOVANELLI et al. 2016).

No Brasil os solos em sua maioria são ácidos, em especial os Latossolos, por serem altamente intemperizados, e com altos teores de alumínio ( $Al^{+3}$ ), deficientes em cálcio ( $Ca^{+2}$ ) e magnésio ( $Mg^{+2}$ ) fazendo com que a expressão do potencial produtivo das culturas seja prejudicada e como consequência a baixa produtividade das culturas. A acidez também interfere na atividade dos microrganismos, causa toxidez por alumínio (Al) e manganês (Mn), deficiência de fósforo (P) e baixa saturação por bases (V%) (FAGERIA; STONE, 1999; NÓIA et al., 2014).

É devido ao intemperismo que ocorre a um longo período de tempo que se tem a acidez dos solos, este que causa lixiviação e remoção de cátions básicos da CTC do solo (cálcio, magnésio, potássio e sódio) onde seus lugares são ocupados por alumínio trocável e hidrogênio não dissociado (VAN RAIJ, 2011).

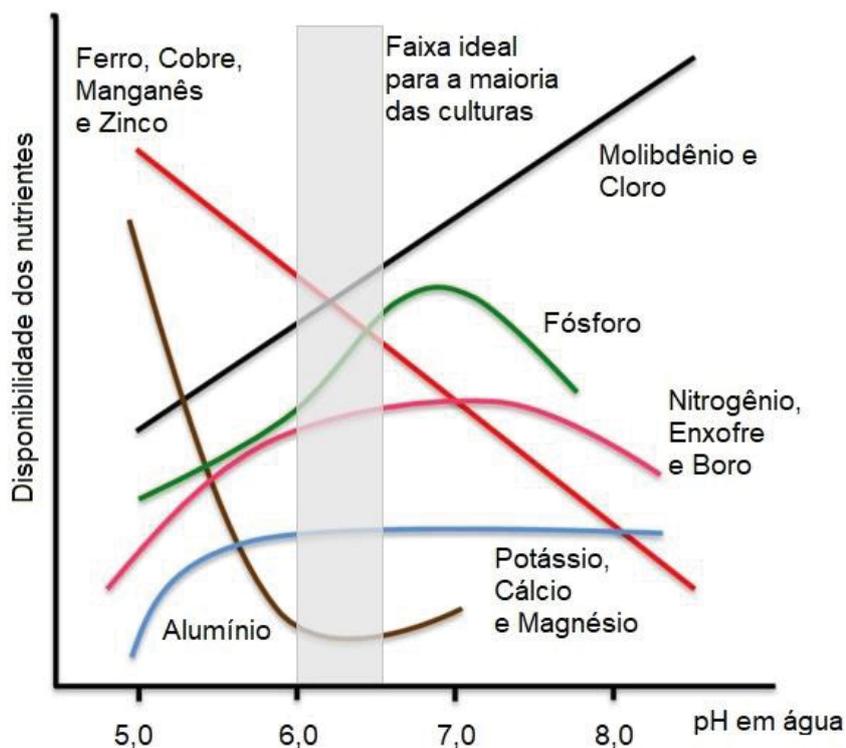
Áreas que possuem um elevado grau de intemperismo são as regiões tropicais, isso por apresentarem condições edafoclimática que possibilitam esse alto grau de intemperismo do solo (alta temperatura e alta pluviosidade) assim formando solos mais desenvolvidos e mais intemperizados. Os solos no Brasil classificados como Latossolos e Argissolos, são os mais intemperizados e correspondem a 58% do território nacional (EMBRAPA, 2011).

Em solos mais intemperizados é o alumínio trocável ( $Al^{+3}$ ) que possui papel importante na acidez dos solos, quando em alta concentração ele causa limitações ao desenvolvimento de plantas. O alumínio para ser tóxico depende do pH do solo e do tipo de mineral que está na fração mineral dos solos. Busca-se pH em água acima de 5,5 para que a atividade do alumínio tóxico seja mínima. Os sintomas do efeito tóxico do alumínio em altas concentrações são expressos nas plantas como deformação, encurtamento e engrossamento de raízes, inibição de divisão celular que causa

paralisação do crescimento causando uma predisposição da planta ao ataque de pragas e doenças (CHANDRAN et al., 2008; ABREU JR et al., 2003).

Coloides inorgânicos como os óxidos de ferro e a caulinita com a acidez do solo passam a ter uma alta adsorção de fosfato, diminuindo a absorção de fósforo pelas plantas e, conseqüentemente, queda de produtividade (CQFS-RS/SC, 2016).

Em condições de pH baixo a maioria dos nutrientes tem sua disponibilidade reduzida, conforme mostra a Figura 1, e as plantas não conseguem nutrir-se de forma adequada, por isso a importância de diminuir ou neutralizar a acidez do solo e oferecer as condições adequadas de desenvolvimento às plantas e melhoria na fertilidade dos solos, aumento na eficiência dos fertilizantes e, conseqüentemente, aumento de produtividade das culturas (CQFSRS/SC, 2016).



**Figura 1** – Disponibilidade de nutrientes em função do pH em água no solo.

Fonte: Lopes (1989).

O método mais prático e eficiente de resolver é com a calagem, ou seja, aplicação de calcário convencional nos solos ácidos afim de aumentar o pH em torno de 5,5 a 6,5 e disponibilizar nutrientes (MOREIRA et al., 2015).

Como benefícios se tem o fornecimento de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ , com o aumento do pH ocorre disponibilização dos nutrientes para as plantas (Nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro e molibdênio), neutraliza o  $\text{Al}^{+3}$  assim diminuindo os seus efeitos tóxicos e do manganês e ferro, oferecendo condições de desenvolvimento para as plantas (COSTA et al., 2016). No entanto se tem alguns limitantes dessa técnica, como a incorporação do calcário, devido a sua baixa solubilidade e tempo de neutralização longo (90 dias) (CHURKA BLUM et al., 2013). A quantidade utilizada e escolha do produto a ser aplicado depende das características do solo (MOREIRA; FAGERIA, 2010).

Calcário é um produto de rochas encontradas na natureza, que após processos industriais onde são transformadas em pó ficam aptas ao uso na agricultura. Basicamente eles são compostos de óxidos de cálcio (CaO) e magnésio (MgO), e de acordo com a concentração de cada um desses elementos são classificados. Podem ser os calcários calcíticos (os mais comuns), com porcentagem de CaO entre 45% a 55% e de MgO menor que 5%, e os calcários dolomíticos, com porcentagens de 25% a 45% CaO e mais de 12% de MgO (MOURA, 2014).

Além da incorporação do calcário no solo existem manejos conservacionistas que visam evitar a degradação do solo com o revolvimento, entre eles está o sistema de semeadura direta. Geralmente a correção nesse sistema é feita mediante a aplicação do calcário na superfície e sem a incorporação (CAIRES et al., 2006).

Quando o calcário é aplicado e incorporado no solo, a calagem deve ser feita com pelo menos 3 meses de antecedência da semeadura da cultura, enquanto que no sistema de plantio direto, sem a incorporação do calcário, a calagem deve ser realizada, pelo menos, seis meses de antecedência da semeadura (EMBRAPA, 2013), isso se considerando que o solo tenha umidade nesse período, pois se não tiver o calcário não sofre a dissolução e não ocorre a correção do solo (FUNDAÇÃO MT, 2017).

## **2.2 Sistema Plantio Direto**

O Sistema Plantio Direto (SPD) é um sistema agrícola que visa a produzir alimentos, fibras e energia sem usar o preparo de solo convencional e se baseia em três pilares: o não revolvimento do solo (apenas à linha de semeadura ou covas para

mudas), permanente cobertura no solo (plantas vivas ou palhadas) e a rotação de cultivos com a diversificação de plantas (FEBRAPDP, 2017).

É um sistema de produção conservacionista, quando comparado a sistemas tradicionais que utilizam o preparo do solo com grande revolvimento. O SPD vem a oferecer redução da emissão de gases causadores do efeito estufa e uso de combustíveis fósseis e de agroquímicos, redução da erosão hídrica e eólica dos solos. Promove a recuperação da matéria orgânica, o aumento da infiltração da água e a eficiência dos adubos aplicados, recuperação da biodiversidade, permitindo que uma agricultura sustentável se desenvolva. (FEBRAPDP, 2017).

Com essa prática, ocorre uma melhor disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, isso devido a liberação dos nutrientes das culturas antecessoras, acúmulo de matéria orgânica. Assim, ocorre melhoria nas condições físicas (textura, resistência do solo a penetração, umidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo e de partícula e estabilidade dos agregados) e químicas (matéria orgânica (MO), carbono (C), pH, capacidade de trocas catiônicas (CTC), soma de bases (SB), potássio (K<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>+2</sup>), saturação de bases (V%) e fósforo (P) desses solos sem revolvimento, favorecendo a agricultura mais sustentável. O sistema favorece também o controle de erosão que é grande em sistemas com revolvimento de solo (NOGUEIRA et al., 2016).

No Brasil a área destinada ao SPD tem aumentado significativamente, alcançando no levantamento de 2017 cerca de 32,8 milhões de hectares, sendo os estados do Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná os principais no SPD (FEBRAPDP, 2017).

As alterações na dinâmica de decomposição dos resíduos vegetais é o sucesso do SPD que pode ser proveniente dos resíduos de colheita, da produção das culturas antecessoras, da parte aérea e das plantas de cobertura do solo (CARVALHO et al., 2015)

O SPD é um sistema complexo que vai além do não revolvimento de solo, mas envolve todo um manejo da área com o uso de plantas de coberturas, semeadoras para uso na palhada, uso assertivo de produtos químicos para evitar contaminação e redução de custos, manejo da fertilidade do solo, correção e necessidade de rotação de culturas (CASÃO JÚNIOR et al., 2006).

Para uma maior sustentabilidade do sistema o uso de rotação de cultura é fundamental com a inclusão de culturas que produzem fitomassa que muitas vezes podem ter retorno econômico (NAKAO, 2016).

### 2.3 Cultura da Soja

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma leguminosa e é a mais cultivada no mundo. No Brasil, vem sendo plantada na sua maior parte, em áreas de pastagens degradadas e com baixa fertilidade do solo com a acidez elevada e alumínio e hidrogênio predominando no complexo de troca de cátions. Áreas com baixa disponibilidade de nutrientes irá afetar na redução do sistema radicular, desenvolvimento das plantas e menor absorção de nutrientes e água (MOREIRA; FAGERIA, 2010).

Pertencente à família das *Fabaceae*, a soja tem como sua principal característica a fixação biológica de nitrogênio, em que por meio da associação simbiótica as bactérias formam nódulos nas raízes e fixam o nitrogênio do ar. Assim a neutralização da acidez é importante pois a acidez pode influenciar na associação com esses microrganismos (CÂMARA, 2014).

É oriunda da China e já está presente no mundo todo e vem se tornando a cultura que faz grande parte da economia brasileira, uma vez que abrange vários países, sendo no Brasil seu crescimento elevado, onde seu grão está presente na alimentação humana, animal e em biocombustível alternativo (CHUNG; SINGH, 2008).

Foi na região sul do Brasil que ela foi introduzida no país e explorada por muito tempo e depois inserida em todo o território brasileiro. O seu avanço no Cerrado foi pela boa adaptação aos solos e clima. Os estados com grandes progressos foram o Goiás e o Mato Grosso, os quais ganharam uma grande importância pelo grão e movimentaram o agronegócio nacional, sendo importante no mercado de exportação nacional (FREITAS, 2011).

Na safra 2018/2019 de acordo com informações extraídas do portal da Embrapa (2019), a produção de soja no mundo foi em torno de 362,075 milhões de toneladas. No Brasil, a produção foi de 114,843 milhões de toneladas.

É uma cultura que possui muitas redes de pesquisa, se adapta muito bem ao Brasil e possui uma grande demanda mundial para o grão. Esse fator vem levando a

grande expansão do plantio da soja e sua alta cotação no mercado internacional, por essas vantagens muitos agricultores optam pelo seu plantio (GAZZONI e DALL'AGNOL, 2018).

Segundo Gazzoni e Dall'Agnoll, (2018), o Brasil está no grupo de países que mais cultiva e exporta essa leguminosa e em 2050 a demanda mundial de soja deve ultrapassar 700 milhões de toneladas com base na demanda que já se tem atualmente. É de grande importância que novas tecnologias e técnicas sejam aliadas e funcionem no meio agrícola. Assim, muito se discute das técnicas possíveis, inclusive a calagem, sendo uma técnica simples e consolidada, apresenta muitas vantagens sobre a correção do solo desde que seja realizada levando em considerações todas as necessidades do solo e da planta.

É de expressiva importância socioeconômica para o Brasil o complexo produtivo agroindustrial da soja, pois movimentam um amplo número de agentes e organizações ligados a diversas categorias. É um complexo que gera empregos nos mais diversos setores sendo do primário quanto o terciário, além de gerar divisas para o Brasil com a exportação do grão e seus derivados (PICCOLI, 2018).

Na expansão da fronteira agrícola em áreas de pastagens degradadas, como é o caso do Centro-oeste, a soja tem obtido baixo rendimento em seus primeiros anos de implantação. Esse cultivo em áreas novas (um a três anos) causa produtividades bem abaixo da média quando comparado com áreas já consolidadas uma vez que a correção de solo ainda não surtiu o efeito desejado por ser uma técnica de longo prazo (tabela 1). É normal que o Brasil mantenha esse patamar estável afinal ele avançou e continua avançando em áreas novas para o cultivo da soja. A produtividade média do país será impulsionada naturalmente a medida que a área de soja vai se consolidando, tanto pelo ajuste do mercado, quanto pela indisponibilidade de novas áreas (CONAB, 2016).

Tabela 1 - Evolução da área, produção e produtividade de soja no centro-oeste.

Variável	2000/01	2004/05	2008/09	2012/13	2013/14	Peso	TGC
Área (mil ha)	5.759,5	10.857,0	9.900,1	12.778,2	13.883,4	46,12%	4,90%
Produção (mil t)	17.001,9	28.973,5	29.134,9	38.091,4	42.002,2	48,81%	5,65%

---

<b>Produtividade (kg/ha)</b>	2.952,0	2.669,0	2.943,0	2.981,0	3.025,4	-	0,72%
------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---	-------

---

Fonte: Conab (2014).

## 2.4 Calagem em Sistema Plantio Direto

A calagem é uma prática agrícola de correção do solo que consiste na aplicação de calcário no solo para diminuir ou neutralizar a acidez. Afim de melhorar as condições químicas do solo para o desenvolvimento adequado das plantas, a calagem tem o intuito de elevar o pH para faixa que pode variar entre 5,5 e 6,5. A decisão de realizar a calagem e como será feita depende da condição da acidez do solo, do sistema de produção da área e sensibilidade da cultura ao meio ácido (CQFS-RS/SC, 2016).

No sistema convencional de cultivo, para uma boa eficiência da calagem é necessário que o calcário seja incorporado ao solo através de gradagem ou aração para um máximo contato das partículas com o solo (RHEINHEIMER et al. 2000). Essa ação é necessária devido a baixa mobilidade e solubilidade do calcário no solo e uma reação restrita a uma pequena área ao redor de suas partículas, sendo necessário a aplicação em profundidade e com antecedência (SILVA et al., 2015).

Enquanto que no sistema plantio direto, a calagem apresenta uma dinâmica diferente dos preparos convencionais, sendo a aplicação feita na superfície do solo, sem que haja incorporação (RHEINHEIMER et al. 2000).

Há trabalhos que demonstram uma boa produtividades e eficiência da calagem e correção do solo no SPD (SÁ, 1998). Boa parte vem da permanência dos resíduos vegetais em superfície que reduz a taxa de decomposição de ligantes orgânicos pelos microrganismos (LIMA, 2001), onde os complexos orgânicos são solubilizados e podem ser lixiviados com a disponibilidade de água (CAIRES, 2000).

O tempo de reação do calcário quando aplicado na superfície, como é no sistema plantio direto, pode variar em função do sistema de rotação, da adubação, da dose aplicada, do tipo de solo, do manejo dos resíduos culturais, da precipitação pluvial e da reatividade do calcário (CAIRES, 2000) apud Lopes et al. (2004).

Quando o calcário é aplicado na superfície e não é incorporado ele cria em profundidade uma frente de correção da acidez do solo, a qual é proporcional à dose e ao tempo (CAIRES, 2010; VERONESE et al., 2012).

Em um trabalho realizado por Joris et al. (2013), com plantio direto de longa duração, aos 52 meses da aplicação de calcário em superfície foi observado aumento no pH, nos teores de Ca e Mg, e na saturação por bases, e redução na saturação por Al e no teor de Mn trocável até a profundidade de 0,20 m. Também foi observado aumento no pH (pH em  $\text{CaCl}_2$  0,01 mol L<sup>-1</sup> (P < 0,01) de 4,5 para 4,9 e 4,4 para 4,5, e a saturação por bases do solo de 28 % para 36% (P < 0,01) e 21% para 25% (P < 0,05), respectivamente, nas camadas de 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m), no teor de Ca trocável ((P < 0,05) de 18 para 23 e 12 para 14 mmolc dm<sup>-3</sup>, respectivamente, nas camadas de 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m), na saturação por bases (somente nas doses 0 e 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário, de 18% para 41% e de 34% para 50%, respectivamente), bem como redução no teor de Al trocável do solo (na camada de 0,10-0,20 m, de 5 para 3 mmolc dm<sup>-3</sup> (P < 0,01), em outro estudo realizado em plantio direto por Caires et al. (2002) com a aplicação superficial de calcário.

## 2.5 Dinâmica do calcário em Sistema Plantio Direto

Técnicas como o SPD se destaca na agricultura nos últimos anos pela sustentabilidade que o sistema proporciona, minimizando perdas de solo e nutrientes por erosão. No SPD, o calcário é aplicado na superfície e sem incorporação sendo necessário um tempo maior para a correção do subsolo. A granulometria e a fonte do calcário devem ser observadas, pois, podem interferir na velocidade que a reação ocorre no solo, podendo influenciar na resposta da cultura da soja (BORTOLUZZI et al., 2014).

É observado no SPD que o pH se apresenta mais ácido, devido a decomposição da matéria orgânica, uso de fertilizantes nitrogenados e resíduos de adubação (QUAGGIO, 2000). Com o uso do calcário irá ocorrer a disponibilidade de muitos nutrientes no solo (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e boro) com a elevação do pH do solo para 6,0 e 6,5, principalmente quando ocorre a dissociação do H<sup>+</sup> e do Al<sup>+</sup> que estava na CTC do solo, que vão ser ocupadas pelo cálcio e magnésio provenientes da calagem. O fósforo também terá sua disponibilidade aumentada, devido aos íons hidroxilas estarem em maior concentração na solução, ocorre diminuição da acidez dos óxidos presentes nas argilas pela adsorção de fosfato disponibilizando mais o fósforo.

Com o calcário já em contato com o solo ele irá fazer a neutralização da acidez, e se inicia com a presença do gás carbônico que dissocia o carbonato de cálcio em cálcio e bicarbonato. Forma-se hidroxilas que reagirão com o H da solução resultando em água e o bicarbonato reagindo com o H resultando em gás carbônico. A neutralização ocorre de forma gradual com o pH da solução em equilíbrio com a acidez total, o aumento do pH e a diminuição da atividade do alumínio é permitido pelo alumínio trivalente trocável que é precipitado na forma de hidróxido de alumínio (VAN RAIJ, 2011).

A calagem feita no SPD possui eficácia, pois a superfície é corrigida rapidamente aumentando o teor de cálcio e magnésio e, posteriormente, devido ao seu período residual que é levada para as camadas mais profundas do perfil. Foi avaliado o uso de calcário incorporado, na superfície e sem a utilização e se observou que o calcário em superfície apresentou os melhores resultados quando avaliado a saturação de bases (0-5cm 40%, 56% e 38%; 5-10cm 20%, 50% e 22% respectivamente), pH (0-5cm 5,1, 5,8 e 5,2; 5-10cm 4,2, 5,0 e 4,3 respectivamente) e o teor de cálcio (0-5cm 28 mmol<sub>c</sub>dm<sup>3</sup>, 32 mmol<sub>c</sub>dm<sup>3</sup> e 25 mmol<sub>c</sub>dm<sup>3</sup>; 5-10cm 12 mmol<sub>c</sub>dm<sup>3</sup>, 17 mmol<sub>c</sub>dm<sup>3</sup> e 12 mmol<sub>c</sub>dm<sup>3</sup> respectivamente) (MARCANDALLI, 2015).

Ainda não se tem esclarecimentos sobre os mecanismos no plantio direto que promovem a migração dos agentes de neutralização da acidez no perfil do solo com a calagem em superfície. De acordo com o trabalho realizado por Amaral et al. (2004) eles sugerem que por meio de canais e espaços existentes no solo e pelo movimento descendente da água da chuva ocorre o deslocamento vertical de partículas muito finas de calcário pelo perfil do solo. Também se observou em outros estudos a movimentação de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> ao longo do perfil do solo por meio da formação de pares iônicos com NO<sup>3-</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> quando realizada a calagem superficial (FOLONI e ROSOLEM, 2006; CRUSCIOL et al., 2011; CAIRES et al., 2015). Também é mencionado a migração de Ca (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> e Mg (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> para as camadas mais profundas do solo no estudo de Oliveira & Pavan (1996). Quando realizada a aplicação de calcário e resíduos vegetais na superfície do solo há trabalhos que mencionam como principal mecanismo envolvido na movimentação de Ca e Mg à formação de complexos organometálicos hidrossolúveis (FRANCHINI et al., 2001; MIYAZAWA et al., 2002, DIEHL et al., 2008; PAVINATO e ROSOLEM, 2008).

Cambri (2004) conduziu um trabalho no sistema plantio direto em Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) e observou que depois de 6 meses da aplicação do calcário

em superfície, o pH do solo e o Al trocável sofreu modificações nos primeiros 5 cm de profundidade, essas modificações foram observadas nos 10 primeiros cm após 18 e 30 meses após a calagem. Também observaram que esse efeito de correção nos primeiros 10 cm de profundidade foi proporcional a dose aplicada na superfície.

### **3. CONCLUSÃO**

A prática da calagem superficial se torna imprescindível no sistema plantio direto mesmo sem a incorporação, uma vez que é necessário a correção da acidez do solo para o desenvolvimento das culturas e para que a planta ofereça o seu máximo potencial produtivo.

A calagem é uma importante ferramenta para a manutenção da fertilidade do solo. O conhecimento das reações químicas que a calagem promove no solo auxilia na eficiência da sua aplicação, permitindo um planejamento adequado numa condição sem sua incorporação ao solo.

#### 4. REFERENCIAS

ABREU JR, C.H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A.F. Relationship between acidity and chemical properties of Brazilian soils. **Scientia Agricola**, v.60, p.337-343, 2003.

AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I.; HENRICHES, R.; BERTOL, I. Movimentação de partículas de calcário no perfil de um Cambissolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.359-367, 2004.

BORTOLUZZI, E.C., PARIZE, G.L., KORCHAGIN, J., SILVA, V.R., RHEINHEIMER, D.S., KAMINSKI, J. Soybean root growth and crop yield in response to liming at the beginning of a no-tillage system. *Revista Bras. Ciênc.Solo*.v. 38, n. 3, p. 262, jan. – fev. 2014.

CÂMARA, G. M. de SOUSA. **Fixação Biológica de Nitrogênio em Soja**. 2014. Disponível em:<[http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/\\$FILE/Page1-9-147.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/$FILE/Page1-9-147.pdf)>

CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A.; FONSECA, A. F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 161-169, 2000.

CAIRES, E.F.; BARTH, G; GARBUIO, F.J; KUSMAN, M.T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem em superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1011-1022, 2002.

CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.125-136, 2004.

CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. Lime application in the establishment of a no-till system for grain crop production in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 89, n. 1, p. 3-12, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.06.006>

CAIRES, E.F. Manejo da acidez do solo. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Org.). **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba, SP: IPNI - Brasil, v.1, p.277-347, 2010.

CAIRES, E.F.; HALISKI, A.; BINI, A.R.; SCHARR, D.A. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy**, v.66, p.41–53, 2015.

CAMBRI, M.A. Calagem e formas de alumínio em três localidades sob sistema plantio direto. Piracicaba, 2004. 95p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

CARVALHO, A. M. de.; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. de A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica s seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015.

CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006. 200 p.

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Effects of superficial liming and silicate application on soil fertility and crop yield under rotation. **Geoderma**, v.195/196, p.234-242, 2013.

CHANDRAN, D.; SHAROPOVA, N.; VANDENBOSCH, K.A.; GARVIN, D.F; SAMAC, D.A. Physiological and molecular characterization of aluminum resistance in *Medicago truncatula*. **BMC Plant Biology**, v. 8, n. 89, 2008.

CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.

CHURKA BLUM, S.; CAIRES, E. F.; ALLEONI, L. R. F. Lime and phosphogypsum application and surface retention in subtropical soils under no-till system. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.13, p. 279-300, 2013.

CONAB. Séries históricas de produção de grãos. 2014c. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Compêndio de Estudos Conab**. Brasília: Conab, 2016.

COSTA, C. H. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; NETO, J. F.; CASTRO, G. S. A. Residual effects of superficial liming on tropical soil under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p.1633-1642, 2016

CQFS-RS/SC, Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11<sup>a</sup> ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 376 p., 2016.

CRUSCIOL, C.A.C.; GARCIA, R.A.; CASTRO, G.S.A.; ROSOLEM, C.A. Nitrate role in basic cation leaching under no-till. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1975–1984, 2011.

DIEHL, R.C.; MIYAZAWA, M.; TAKAHASHI, H.W. Compostos orgânicos hidrossolúveis de resíduos vegetais e seus efeitos nos atributos químicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2653-2659, 2008.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja - região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina, 2011. 261p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 15). Exata (2019).

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013.265 p.

EMBRAPA. Soja em números (safra 2018/2019). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil. Embrapa-CNPAF, **Embrapa Arroz e Feijão**, Documentos, 92, 42 p. 1999.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA - FEBRAPDP. **Evolução Área do Sistema Plantio Direto no Brasil**. Foz do Iguaçu, 2017. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/area-de-pd>. Acesso em: 27 de abr. 2020.

FERREIRA, B. G. C.; FREITAS, M. M. L.; MOREIRA, G. C. Custo operacional efetivo de produção de soja em sistema de plantio direto. **Revista Ipecege**, v. 1, n. 1, p.39-50, 2015.

FRANCHINI, J.C.; MEDA, A.R.; CASSIOLATO, M.E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. **Scientia Agricola**, v.58, p.357-360, 2001.

FREITAS, J. G. de et al. Efeito do calcário e do fósforo na produtividade de grãos e seus componentes nos cultivares de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2,p. 376,2011.

FOLONI, J.S.S.; ROSOLEM, C.A. Efeito da calagem e sulfato de amônio no algodão. I - Transporte de cátions e ânions no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.425-432, 2006

FUNDAÇÃO MATO GROSSO – Fundação MT. **Boletim de pesquisa de soja 2017/2018**. 18 ed. Rondonópolis: Fundação MT, 2017. 336 p.

GAZZONI, D.L. e DALL'AGNOL, A. A saga da soja –de 1050 a.C a 2050 d. C. Disponível em:<<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=CPAMN&busca=autoria:%22GAZZONI,%20D.%20L.%22>>Acesso em: 28 de abril de 2020.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.909-920, 2012.

JORIS, H.A.W; CAIRES, E.F.; BINI, A.R.; SCHARR, D.A.; HALISKI, A. Effects of soil acidity and water stress on corn and soybean performance under a no-till system. **Plant and Soil**, v.365, p.409-424, 2013.

LIMA, E. V. **Calagem superficial em diferentes coberturas vegetais do solo na implantação do sistema de semeadura direta e resposta da soja cultivada em**

**safrinha**. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

LOPES, A.S.; WIETHOLTER, S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A. **Sistema plantio direto**: bases para manejo da fertilidade do solo. São Paulo: ANDA, 2004. 115p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Editora agrônômica Ceres Ltda. 1980. 251 p.

MANTOVANELLI, B. C.; CAMPOS, M. C. C.; ALHO, L. C.; FRANCISCON, U; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, L. A. C. Distribuição espacial dos componentes da acidez do solo em área de campo natural na região de Humaitá, Amazonas. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 14, p. 01-09, 2016.

MARCANDALLI, L. H. A calagem no sistema de plantio direto. In: 33º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. São Paulo, **Anais**, 2015.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Evaluation of plant residues on the mobility of surface applied lime. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.45, p.251-256, 2002.

MOREIRA, A; FAGERIA, N. K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1231-1239, 2010.

MOREIRA, A.; SFREDO, G. J.; MORAES, L. A. C.; FAGERIA, N. K. Lime and cattle manure in soil fertility and soybean grain yield cultivated in tropical soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 46, p. 1157-1169, 2015.

MOURA, R. D. Classificação do Calcário. 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3799/1/PDF%20-%20Rom%C3%A1rio%20Dias%20Moura.pdf>. Acesso em: 22 de maio de 2020.

NAKAO, A. H.; de PASSOS, M.; SOUZA, F. H.; da CRUZ, S. S.; MONTANARI, R. Rotação e sucessão de culturas como práticas de conservação do solo no município de Jales, SP. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 32, n. 1/2, p. 152-166, 2016.

NOGUEIRA, K. B.; ROQUE, C. G.; BORGES, M. C. R. Z.; TROLEIS, M. J. B.; BARRETO, R. F.; Oliveira, M. P. Atributos físicos do solo e matéria orgânica sob dois manejos e efeito residual da aplicação de calcário e gesso agrícola. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracaibo, v. 115, n.1, p.45-54, 2016.

NÓIA, N. R. C.; CRUZ, M. C. P.; DAVALO, M. J.; OLIVEIRA, M. C.; FUJITA, C. K. Produção de matéria seca de alfafa (*Medicago sativa* L.) em função de doses de calcário. **Científica**, v. 42, n., p. 310–315, 2014

OLIVEIRA, E.L.; PAVAN, M.A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. **Soil & Tillage Research**, v.38, p.47-57, 1996.

PAULETTI, V.; PIERRI, L.; RANZAN, T.; BARTH, G.; MOTTA, A. C. V. Efeito em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 495-505, 2014.

PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.911-920, 2008.

PICOLLI, E. S. **Importância da soja para o agronegócio: Uma análise sob o enfoque do aumento da produção de agricultores no Município de Santa Cecília do Sul**. 2018. 45f. Monografia (Curso de Administração) - FAT - Faculdade e Escola, Tapejara, RS, 2018.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas. Instituto Agrônomo, 2000. 111p.

RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. Alterações de atributos do solo pela calagem, superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 797-805, 2000.

SÁ, J.C.M. Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto: In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2, 1998, Caxambu. **Resumos** [...] Caxambu: UFLA/SBCS/SBM, 1998. p. 32.

SALES, R.P.; PORTUGAL, A.F.; MOREIRA, J.A.A.; KONDO, M.K.; PEGORARO, R.F. Physical quality of a latosol under no-tillage and conventional tillage in the semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, p.429-438, 2016.

SANTOS, O.F.; SOUZA, H.M.; OLIVEIRA, M.P.; CALDAS M.B.; ROQUE C.G. Propriedades químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.4, p.36-42, 2017.

SILVA, M. R.; PELISSARI, A.; MORAES, A. D.; SANDINI, I. E.; CASSOL, L. C.; ASSMANN, T. S.; OLIVEIRA, E. B. Acumulação de nutrientes e produção forrageira de aveia e azevém em função da aplicação de calcário e gesso em superfície. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 38, n. 3, p. 346-356, 2015.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção e adubação**. 2 Ed. Brasília (DF): Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. 416p.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG; Sociedade De ciência do Solo, p.205-275, 2007.

SOUSA, D.M.G.; NUNES, R.S.; REIN, T.A.; JÚNIOR, J.D.G. Manejo do fósforo na região de Cerrado. In: FLORES, R.A.; DA CUNHA, P.P. **Práticas de Manejo do solo**

**para adequada nutrição de plantas no Cerrado.** Goiânia (GO): Gráfica Universidade Federal de Goiás, p. 411-446, 2016.

VAN RAIJ, Bernardo. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

VERONESE, M.; FRANCISCO, E.A.B.; ZANCANARO, L.; ROSOLEM, C.A. Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1158-1165, 2012.