

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

MATHEUS RIBEIRO

**PRODUÇÃO VEGETAL E CORREÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE
CORRETIVOS DA ACIDEZ**

DOIS VIZINHOS

2021

MATHEUS RIBEIRO

**PRODUÇÃO VEGETAL E CORREÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE
CORRETIVOS DA ACIDEZ**

**PLANT PRODUCTION AND SOIL CORRECTION AS A FUNCTION OF THE USE
OF ACIDITY CORRECTIVES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor.

DOIS VIZINHOS

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MATHEUS RIBEIRO

**PRODUÇÃO VEGETAL E CORREÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DO USO DE
CORRETIVOS DA ACIDEZ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 03/Dezembro/2021

LAÉRCIO RICARDO SARTOR
Agronomia – Dr. em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

PAULO FERNANDO ADAMI
Agronomia – Dr. em Fitotecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

MARCELO VICENSI
Agronomia – Dr. em Produção Vegetal
Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná- IDR

DOIS VIZINHOS

2021

Dedico este trabalho à minha família e a todas as demais
pessoas que contribuíram com minha formação.

RESUMO

A produção agrícola demanda constantemente a busca por eficiência no uso dos insumos, na busca de maior rendimento por área e sustentabilidade do sistema de produção. A exploração intensa dos recursos naturalmente presentes no solo traz consigo a necessidade de corrigir a acidez, para que esses consigam manter e até aumentar sua produtividade. O experimento foi implantado no mês de setembro do ano de 2019, no campo experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Dois Vizinhos, com coordenadas de latitude 25°42'S, longitude 53°08'W, e altitude média de 561m. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de corretivos de acidez do solo nos atributos químicos do solo e no rendimento de grãos de soja, milho e feijão. O delineamento do experimento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, em unidades experimentais de 12,5 x 5 m, onde foram aplicados cinco tratamentos, sendo: calcário calcítico (3 t ha⁻¹), calcário dolomítico (3 t ha⁻¹), FORTCálcio® A (200 kg ha⁻¹ na implantação do experimento e 350 kg ha⁻¹ anualmente), FORTCálcio® B (695 kg ha⁻¹), e testemunha (sem calagem). Foram avaliados os atributos químicos do solo, a massa de mil grãos da cultura do milho, e o rendimento de grãos das culturas de soja, milho e feijão. Houve diferença significativa em alguns atributos químicos do solo avaliados, como: Saturação por Bases (V%) na profundidade de 10 à 20cm, quantidade de Ca⁺² nas profundidades de 0 à 5 e 10 à 20cm, quantidade de K⁺ apresentou diferença nas duas primeiras camadas avaliadas de 0 à 5 e 5 à 10cm, Soma de Bases (SB) apresentou diferença significativa em todas as camadas avaliadas, e matéria orgânica (MO) apresentou diferença significativa nas duas profundidades mais abaixo avaliadas de 5 à 10 e 10 à 20cm. Não ocorreu diferença significativa na produção de nenhuma das culturas conduzidas, e também não se apresentou diferença na massa de mil grãos do milho avaliada.

Palavras chave: Calagem. Feijão. Fertilidade do solo. Milho. Soja.

ABSTRACT

Agricultural production constantly demands the search for efficiency in the use of inputs, in the search for greater yield per area and sustainability of the production system. The intense exploration of the resources naturally present in the soil brings with it the need to correct acidity, so that these can maintain and even increase their productivity. The experiment was implemented in September 2019, in the experimental field of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos campus, with coordinates of latitude 25°42'S, longitude 53°08'W, and average altitude of 561m. This work aimed to evaluate the effect of different sources of soil acidity correctives on soil chemical attributes and grain yield of soybean, corn and bean. The experiment was randomized block design with four repetitions, in experimental units of 12.5 x 5 m, where five treatments were applied: calcitic limestone (3 t ha⁻¹), dolomitic limestone (3 t ha⁻¹), FORTCálcio® A (200 kg ha⁻¹ at the beginning of the experiment and 350 kg ha⁻¹ annually), FORTCálcio® B (695 kg ha⁻¹), and a control (no liming). The chemical attributes of the soil, the thousand-grain mass of the corn crop, and the grain yield of soybean, corn, and bean crops were evaluated. There was a significant difference in some of the soil chemical attributes evaluated, such as: base saturation (V%) at a depth of 10 to 20 cm, the amount of Ca⁺² at a depth of 0 to 5 and 10 to 20 cm, the amount of K⁺ showed a significant difference in the first two layers evaluated, from 0 to 5 and 5 to 10 cm, base sum (SB) showed a significant difference in all layers evaluated, and organic matter (OC) showed a significant difference in the two lowest depths evaluated, from 5 to 10 and 10 to 20 cm. There was no significant difference in the production of any of the conducted crops, and also in the evaluated mass of thousand grains of corn.

Key words: Liming. Bean. Fertility of the soil. Corn. Soybean.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	JUSTIFICATIVA	8
3	OBJETIVOS	9
3.1	Objetivo geral	9
3.2	Objetivo específico	9
4	REVISÃO DE LITERATURA	10
5	MATERIAIS E MÉTODOS	14
5.1	Localização e caracterização da área experimental.....	14
5.2	Condução do experimento	14
5.2.1	Soja	15
5.2.2	Aveia.....	15
5.2.3	Milho	15
5.2.4	Feijão.....	15
5.3	Variáveis analisadas	16
5.3.1	Componentes de rendimento e rendimento de grãos das culturas.....	16
<u>5.3.1.1</u>	<u>Milho</u>	<u>16</u>
<u>5.3.1.2</u>	<u>Soja</u>	<u>16</u>
<u>5.3.1.3</u>	<u>Feijão</u>	<u>16</u>
5.3.2	Análise de solo.....	17
5.4	Análise estatística de dados	17
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
7	CONCLUSÕES.....	24
	REFERÊNCIAS	25
	ANEXO I	29
	ANEXO II	30

1 INTRODUÇÃO

A produção agrícola vislumbra explorar o máximo do potencial produtivo das culturas, otimizando o uso dos recursos naturalmente presentes no solo. No decorrer das décadas vem surgindo novas tecnologias ligadas a fontes de corretivos de maior solubilidade e fertilizantes de liberação controlada, que podem resultar em maior eficiência de uso dos nutrientes.

O processo de calagem do solo na agricultura no Brasil teria sido recomendado pela primeira vez por volta de 1925 (Wietholter, 2000), levando em conta dados de análise de solo, para corrigir a acidez medida pelo teor de alumínio trocável do solo. Tempos depois surgiram novas formas de se avaliar e indicar a necessidade de calagem em diferentes lugares do país, com o método de solução tamponada SMP, que surgiu no Rio Grande do Sul no ano de 1968, e por saturação por bases originado em São Paulo em 1985. Atualmente no estado do Paraná é principalmente utilizado o Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná que se utiliza do método de calagem baseado na elevação de saturação por bases.

Sabe-se que a acidez do solo, é um fator que vem limitando a produção de diversas culturas em amplo espectro pelo mundo (COLEMAN; THOMAS, 1967), sendo um tema muito abordado atualmente por técnicos e produtores. A soja que é uma das principais culturas cultivadas no Brasil, demonstrou ter um aumento de produção, em virtude do uso da calagem nos últimos anos (RAIJ et al., 1977).

A correção do solo, é feita a lanço, fazendo que se tenha a necessidade de revolver o solo para incorporar o corretivo no solo e corrigir também em maior profundidade. Porém, o sistema plantio direto que vem sendo adotado nos tempos atuais, condena o revolvimento do solo, por conta de diversas perdas, como desestruturação química e física do solo, maior exposição ao processo erosivo, entre outros (CAIRES et al., 2003).

A necessidade de se corrigir o solo em perfil, está ligada a diversas melhorias geradas para a produção das culturas com o uso desse manejo, pode-se citar a maior capacidade de absorção de água e nutrientes, em solos com melhores condições químicas e físicas, condicionadas pelo desenvolvimento radicular em maior profundidade. Quando adotado o sistema plantio direto, na ampla maioria, não foi feita uma correção prévia do perfil do solo, isso nos dias atuais é um problema para diversos produtores, como alternativa vem buscando fontes de corretivos de diferente

granulometria, com uma maior capacidade de correção de perfil do solo, cabível ao sistema de manejo adotado.

Nos últimos anos surgiram diferentes corretivos da acidez do solo, que variam conforme poder de neutralização e granulometria, determinados pelos Poder Relativo de Neutralização Total do Calcário (PRNT). Alguns corretivos como o FORTCálcio® possui alto PRNT, é finamente moído e visa corrigir em maior profundidade, sem ser necessário fazer a incorporação do produto no solo, pois é finamente moído o que eleva a reatividade da partícula e pode percolar no perfil do solo por entre os macroporos quando em suspensão com água.

Assim, com correção da acidez e elevação dos níveis de cálcio em profundidade do solo, será possível maior exploração do solo em profundidade, garantindo melhor aproveitamento do solo, eficiência de uso dos nutrientes e água do solo devido ao maior desenvolvimento radicular em profundidade. Portanto, será possível buscar maior produção vegetal e sustentabilidade aos sistemas de produção.

O FORTCálcio®, é um produto da empresa Fort Cal, uma empresa brasileira, da cidade de Pains (MG), apresenta 38% de Cálcio e 0,4% de Magnésio. A principal característica está na granulometria onde 36,88% passa na peneira de 0,044mm, 62,16 passa na peneira de 0,074mm, 81,6% na peneira de 0,149mm e 98,39% na peneira de 0,297mm. Por ser muito fino esse corretivo passa pela granulação, formando grânulos de 1 a 2mm para melhor distribuição e aplicação a campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes de corretivos de acidez nos atributos químicos do solo e no rendimento de grãos de soja, aveia preta, milho e feijão.

2 JUSTIFICATIVA

Os solos brasileiros são naturalmente ácidos, essa condição faz com que seja necessária à sua correção, para ter uma equilibrada distribuição de nutrientes, evitar efeito tóxico de alguns elementos, melhorar a condição da atividade biológica, entre outros fatores, buscando elevar o rendimento das culturas. Vinculado a melhoria das condições de fertilidade do solo, em busca de um melhor equilíbrio no sistema de produção, vem se adotando o sistema de plantio direto, que preconiza a sustentabilidade dos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo.

O sistema plantio direto tem como principais objetivos o mínimo revolvimento do solo, rotação de culturas e manutenção de palhada. Considerando esse mínimo revolvimento do solo, percebe-se que a aplicação de corretivos de acidez é feita de maneira superficial no solo, sem ser incorporado, o que tem causado, em muitas situações, gradientes de fertilidade nas diferentes camadas do solo. Nas camadas mais superficiais tende a ter valores mais elevados de pH e nutrientes, essa condição faz com que o crescimento radicular da cultura seja limitado, explorando apenas a superfície do solo, estando assim, mais vulnerável a problemas por déficit hídrico, e menor aproveitamento de nutrientes como o nitrogênio e o potássio, que tendem a movimentar-se em maior profundidade, assim podendo causar limitações no potencial produtivo das culturas.

Sendo assim, surge a necessidade de estudar alternativas que possam garantir a correção mais rápida do solo em camadas de maior profundidade, sem ser necessária a incorporação mecânica do corretivo no solo. Além de alternativas de uso de plantas de cobertura com sistema radicular mais agressivo que possa favorecer a abertura de poros e a consequente decida do calcário para camadas mais profundas, está o uso de corretivos de menor granulometria, ou seja, que são finamente moídos e podem ter melhor mobilidade no perfil do solo.

O produto FORTCálcio® tem como proposta, a correção em profundidade, é um corretivo de acidez comercializado de forma granulada, que pode ser aplicado com boa uniformidade na lavoura, na linha de semeadura ou a lanço, aplicado de acordo com o laudo de análise do solo para correção ou em doses menores e mais frequentes, além de ser uma nova tecnologia implementada no mercado, com necessidade de ser avaliada a fim de se obter validação das suas características.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de fontes de corretivos de acidez na correção do solo, em profundidade e na produção de grãos na rotação soja, aveia preta, milho e feijão.

3.2 Objetivo específico

- Avaliar a descida do Cálcio no perfil do solo, para corretivos da acidez do solo de diferente PRNT;
- Avaliar o efeito da correção do solo dos diferentes corretivos utilizados;
- Avaliar a resposta das culturas aos diferentes fontes e doses de corretivos utilizados;
- Verificar o efeito dos corretivos da acidez nos atributos químicos do solo após um ano da aplicação dos produtos;

4 REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, o potencial produtivo das culturas, até o início dos anos 2000, podia ser reduzido perto de 40%, por conta, de que, cerca de 70% dos solos brasileiros ainda eram solos ácidos (QUAGGIO, 2000). A perda de produtividade em solos ácidos, ocorre entre outros fatores, por conta de ter uma baixa disponibilidade de nutrientes no solo e uma alta concentração de alumínio tóxico em solução (Nolla e Anghinoni, 2004). Ciotta et al. (2004), afirma que regiões de clima tropical e subtropical, tendem a naturalmente apresentar solos com acidez elevada e alta concentração de alumínio trocável, fazendo-se necessário o uso de calagem nessas regiões, em uma grande diversidade de culturas.

O solo é considerado como ácido, quando o pH, do extrato solo:água de relação 1:1, for inferior à 7,0, e pode ser medido, de acordo com a quantidade de base necessária para que seu pH se torne neutro (KAMINSKI et al., 2007), sendo que a acidez dos solos para produção vegetal depende da exigência da espécie trabalhada. Segundo Rosolem et al. (2000), o crescimento do sistema radicular das culturas e a sua produtividade, além de estarem ligados à características genéticas de cada uma, podem sofrer influência de características físicas e químicas do solo.

A toxidez por alumínio segundo Peixoto et al. (2007), gera uma desorganização na estrutura das membranas, afeta a sua funcionalidade, endurece as paredes celulares, minimiza o alongamento celular, compromete a produção de DNA e a mitose, e causa distúrbios na absorção e metabolização de minerais no ápice das raízes.

Em estudos sobre a movimentação do calcário após sua aplicação no solo, Amaral et al. (2004), perceberam que após a chuva, o calcário infiltrou no solo juntamente com a água, e nas primeiras camadas do solo onde não havia impedimento físico para barrar a água, não se teve o acúmulo de calcário, o que foi observado nas camadas mais profundas do solo a cerca de 16-20 cm, mostrando assim que a descida do calcário é potencializada pela água.

A forma utilizada para aplicação de calcário em geral, faz com que o corretivo aplicado na superfície, dependa de que os sais sejam lixiviados para as camadas mais profundas do solo, tornando o processo de calagem lento (CAIRES et al., 2003).

O uso de corretivos com maior potencial de neutralizar a acidez do solo em profundidade faz com que se tenha um menor impedimento químico, e a raiz consiga

penetrar mais fundo no solo, e com isso, ter maior área de absorção de água e nutrientes (CORRÊA et al., 2008).

Na maioria das regiões do Brasil é recomendado que antes de iniciar o sistema de plantio direto, seja feita uma correção na acidez do solo, com incorporação do corretivo no solo. Enquanto em outras regiões como o sul do Brasil, a recomendação é de que o solo seja corrigido, porém sem fazer a incorporação do corretivo, para não desestruturar o solo (BERNARDI et al., 2003). Segundo Amaral (2002), os principais fatores que contribuem para a acidificação do solo, são a ação de micro-organismos na decomposição de resíduos orgânicos, algumas reações de hidrólises que ocorrem na solução do solo como a de alumínio, ferro e manganês, a ação antrópica, e a retirada de nutrientes do solo pelas plantas.

Segundo Nolla e Anghinoni (2004), para o processo de recomendação de calagem em um solo é necessário avaliar alguns índices de acidez (pH, saturação por bases e por alumínio, e quantidade de alumínio trocável), sendo que estes têm valores de referência já estipulados, para indicar se há ou não a necessidade de ser feito a correção. Estes valores bases para a correção podem variar de acordo com o tipo de solo, condições climáticas, tipo de cultivo, entre outros. Quando é necessário fazer a correção, deve-se calcular com uso de equações específicas, a dose necessária, para que o solo venha a atingir os valores ideais pré-estipulados.

A correção da acidez do solo é feita através do uso de substâncias capazes de gerar ânions e neutralizar os íons H^+ da solução do solo. O material mais comumente usados, é o calcário devido a sua abundância e frequência pelo mundo (AMARAL, 2002). As reservas de calcário no Brasil são bem distribuídas e estimadas em 53 bilhões de toneladas, de produto de boa qualidade, fazendo com que seja o recurso mineral mais abundante no país (NATALE et al., 2012).

O calcário é o principal corretivo de acidez utilizado atualmente, e se formou através do acúmulo de sedimentos, que foram precipitados por agentes químicos e orgânicos, sendo assim uma rocha sedimentar. O cálcio que é o principal elemento constituinte do calcário, teve sua origem em rochas ígneas, e é o elemento em maior quantidade na crosta terrestre, estimando-se que constitua de 3 a 4 % da mesma (SAMPAIO; ALMEIDA, 2008).

A legislação atualmente usada para a classificação dos tipos de corretivos de acidez foi homologada no ano de 1986, e difere os tipos de corretivos pelos seus teores de Óxidos de Cálcio (CaO) e de Magnésio (MgO), e por seu poder relativo de

neutralização total (PRNT) (WIETHOLTER, 2000), está também estipulado na legislação, valores mínimos para o poder neutralizante (PN), poder relativo de neutralização total, e percentual de CaO e MgO. Os calcários mais comumente conhecidos são, o calcítico, magnesiano e dolomítico, sendo classificados de acordo com o seu percentual de Carbonato de Magnésio ($MgCO_3$), inferior a 10%, de 10 a 25%, e maior que 25%, respectivamente.

Solos ácidos apresentam baixa capacidade de trocar cátions e níveis elevados de elementos tóxicos para as plantas, como manganês e o alumínio que pode prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular da maioria das culturas, dificultando a absorção de água e nutrientes (AMARAL, 2002).

A correção da acidez do solo, é algo que deve ser essencialmente executada, pois além de corrigir o pH do solo, aumenta os teores de Ca e Mg no solo, eleva o P disponível no solo, e reduz a concentração de elementos fitotóxicos como Al e Mn do solo (CARVALHO-PUPATTO et al., 2004).

Segundo Coelho (2004), a granulometria e o valor neutralizante, são os principais fatores ligados a eficiência e qualidade dos corretivos agrícolas. Porém como separadamente estes índices não permitem uma avaliação de forma adequada da qualidade do produto, é utilizado um índice, chamado de “Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT)”, que leva em consideração essas duas características em conjunto.

A reação do corretivo depende do contato deste com o solo, e o tamanho dos grânulos desse corretivo é o fator que mais afeta a sua dissolução quando em contato com o solo, então corretivos com partículas menores têm uma maior ação na correção da acidez (PANDOLFO; TEDESCO, 1996). Também, segundo Amaral (2002), como os solos que adotam atualmente o sistema plantio direto, tem como características a maior taxa de infiltração de água, pelos chamados bioporos, os calcários com partículas mais finas aplicadas na superfície ou as partículas que são dissolvidas na superfície, podem descer no perfil do solo mais facilmente, juntamente com o processo de infiltração de água nesse solo.

O sucesso da prática de correção de solo, está diretamente relacionado a três fatores básicos, que são: A qualidade do corretivo utilizado, a dosagem adequada às condições em que se encontra o solo, e a qualidade do processo de aplicação e distribuição do corretivo no solo (ALCARDE, 1992).

O PRNT dos corretivos de acidez pode ser alterado devido ao seu tamanho de partícula e também com a sua calcinação, e pode ser conseguida uma elevação do PRNT do corretivo com a moagem para partículas mais finas do corretivo, que altera a sua reatividade, enquanto a calcinação altera o seu poder neutralizante (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2004).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi implantado em setembro de 2019 e conduzido, no campo experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, localizada na região Sudoeste do Paraná, com latitude 25°42'S, longitude 53°08'W, e altitude média de 561m. O solo da área experimental é caracterizado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com argila acima de 650 g kg⁻¹. O clima da região é classificado como Cfa na escala de Köppen-Geiger, com verões quentes e temperaturas superiores a 22°C, e mais de 30 mm de chuva no mês mais seco (ALVARES et al., 2014).

5.2 Condução do experimento

O delineamento do experimento foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, em unidades experimentais de 12,5 x 5 m, onde foram aplicados cinco tratamentos:

T0- Testemunha (sem calagem).

T2- Calcário Calcítico - 3 t ha⁻¹ aplicados em setembro de 2019.

T3- FORTCalcio® A - 200 kg ha⁻¹ aplicados em setembro de 2019, e outra dose de 350 kg ha⁻¹ em julho de 2020.

T4- FORTCalcio® B- 695 kg ha⁻¹ aplicados em setembro de 2019, conforme necessidade calculada pela análise do solo.

T5- Calcário Dolomítico - 3 t ha⁻¹ aplicados em setembro de 2019.

Esse protocolo experimental foi implantado em setembro de 2019, onde anteriormente foi feita a análise de solo inicial (ANEXO II), para calcular doses de corretivos e adubos a serem aplicados no experimento, e ter como base para os resultados obtidos. Os corretivos da acidez foram aplicados em setembro de 2019, exceto o tratamento T3 que também foi feita aplicação anual na dose de 350 kg ha⁻¹. Na safra 2019/2020 foi estabelecida a cultura da soja, em maio de 2020 semeado aveia BRS 139, e para safra 2020/2021, foi conduzido o cultivo de milho primeira safra e, em março de 2021 o feijão, em segunda safra.

5.2.1 Soja

A soja, cv. TMG 7262 foi semeada, no dia 14 de outubro de 2019, em uma densidade de 300 mil sementes por ha, com espaçamento entre linhas de 0,45 m, sendo utilizada adubação na linha de plantio de 400 kg ha⁻¹ de fertilizante 2-20-18, para expectativa de rendimento 4,5 t ha⁻¹. Foi feito a limpa da cultura com o uso de glifosato (2 L ha⁻¹), e aplicações de fungicida vessaria (0,6 L ha⁻¹), e aplicação de inseticidas com Oberon (0,6L ha⁻¹) + Connect (0,8L ha⁻¹), e demais tratamentos culturais conforme houve necessidade.

5.2.2 Aveia

A cobertura de aveia foi semeada no dia 22 de maio de 2020, em uma densidade de 90 kg ha⁻¹, sem adubação, e após finalizar o ciclo ocorreu a dessecação da mesma, para o uso da palhada no sistema, sendo que no decorrer de todo o experimento na época do inverno foi conduzido a cultura de aveia.

5.2.3 Milho

O milho, cv. X18N009VYHR foi semeado no dia 10 de setembro de 2020, em uma densidade de 73 mil sementes por ha, com linhas espaçadas em 0,45 m. Na adubação de base utilizada 418 kg ha⁻¹ de fertilizante formulado NPK no grão 15-17-17, e em cobertura entre o estágio de V5 a V7 aplicado 150 kg ha⁻¹ de N através do uso de ureia, que foram calculados visando uma expectativa de 12t ha⁻¹, aplicados conforme a disponibilidade de condições de umidade do solo e distribuição de chuvas. Foi feito a limpa do milho utilizando Atrazina (4L ha⁻¹) + Tembotriona (0,2L ha⁻¹), e também demais tratamentos que foram necessários.

5.2.4 Feijão

O feijão, cv. BRS Esteio foi semeado no dia 18 de fevereiro de 2021, com um estande de 273 mil sementes ha⁻¹, espaçamento entre linhas de 0,45 m. A adubação a feita na base com fertilizante 8-20-15, em uma dose de 350 kg ha⁻¹, calculados visando uma expectativa de rendimento de 3,5t ha⁻¹. Foi feito a dessecação pré-plantio com Roundup (4L ha⁻¹), a limpa da cultura se deu com uso de herbicida Flex (1L ha⁻¹), e também aplicação de inseticida Connect (0,7L ha⁻¹), e demais tratamentos culturais conforme necessidade.

5.3 Variáveis analisadas

5.3.1 Componentes de rendimento e rendimento de grãos das culturas

5.3.1.1 Milho

Na cultura do milho, os componentes de rendimento avaliados foram: O número de grão por espiga (que é obtido através da contagem do número de fileiras e multiplicado pelo número de grãos por fileira). Para essas avaliações foram coletadas trinta espigas de forma aleatória em cada parcela a campo, onde para avaliar o número de grãos por espiga, foi selecionado cinco dessas, também de forma aleatória, e posteriormente o total da amostra debulhado, para se fazer o peso de mil grãos e coletar a umidade. Foi corrigida umidade para 13% e estimada o rendimento de grãos com base na população de plantas.

Na cultura do milho, o rendimento de grãos foi feito, através da coleta de trinta plantas escolhidas aleatoriamente em cada parcela, que após serem utilizadas para fazer os componentes de rendimento, foram debulhadas para aferir a massa de mil grãos e umidade das mesmas que foi corrigida para 13%, e extrapolado assim o rendimento de cada uma. Foi avaliada a população de plantas em 10 metros lineares por parcela e com base na avaliação das espigas calculado o rendimento de grãos por hectare.

5.3.1.2 Soja

Na cultura da soja, o rendimento de grãos foi feito com o uso de uma colheitadeira de parcelas, onde a máquina colheu de forma amostral, quatro linhas por toda a extensão da parcela (12,5m), tendo assim uma área uniforme em todas as parcelas a ser amostrada. Após a coleta, foi pesado as amostras e estipulado a umidade, para se obter o rendimento da cultura em cada tratamento e corrigida para 13%.

5.3.1.3 Feijão

Na cultura do feijão, o rendimento de grãos foi feito, através da coleta de plantas, onde foi coletada duas fileiras amostrais, aleatórias, com uma extensão de três metros cada. Estas amostras de plantas foram debulhadas, e aferido o peso e

umidade, para poder se corrigir esta para 14% e assim se ter a produção da cultura em cada tratamento.

5.3.2 Análise de solo

Foi coletada uma análise geral do local onde o experimento foi implantado, para se ter como a base das condições de solo, e no mês de julho de 2020 foi feita análise de acompanhamento de resultados. Essas análises foram feitas nas profundidades de 0–5 cm, 5–10 cm, e 10-20 cm, e foram analisados os atributos químicos do solo: pH, Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , P, Al^{+3} , Matéria Orgânica, Saturação por Bases, soma de bases, Saturação por Alumínio.

5.4 Análise estatística de dados

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de 5% de probabilidade de erro e, quando significativos, as médias de foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado para a análise estatística foi o Stathgraphic Plus 4.1 e para a plotagem dos gráficos o SigmaPlot 12.5.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível notar diferença significativa, em alguns parâmetros avaliados em algumas profundidades, como saturação por bases (V%), quantidade de Ca^{+2} , K^{+} , soma de bases (SB), e matéria orgânica (MO). Já nos demais parâmetros avaliados como pH, quantidade de Mg^{+2} , Al^{+3} e P não teve diferença significativa para nenhum tratamento e profundidade avaliada.

A saturação por bases, não teve diferença significativa entre nenhum dos tratamentos na parte mais superficial de 0 à 10 cm, porém apresentou uma diferença significativa entre o tratamento calcário Calcítico e tratamento Testemunha, em uma maior profundidade de 10 à 20cm, onde o calcário Calcítico apresentou valor significativamente superior que a testemunha. Este resultado está atrelado ao fato do corretivo utilizado, ter ação de elevar os teores de saturação por bases do solo, demonstrando que nesta profundidade este tratamento teve uma maior influência na correção. Embora todos os tratamentos, com exceção da testemunha tenham ação de elevar os níveis de V% no solo, os demais tratamentos, não apresentaram a elevação significativa para qualquer outro tratamento utilizado.

Para os teores de K^{+} analisados, houve diferença significativa nas duas primeiras camadas de solo analisadas (0 a 5cm e 5 a 10cm), sendo que na camada de 0 a 5 cm o tratamento FortCálcio A, apresentou valores significativamente superiores em relação ao tratamento Testemunha, e na segunda camada (5 a 10 cm), seus valores foram significativamente superiores também aos tratamentos, testemunha, FortCálcio B e Dolomítico.

Os teores de Ca^{+2} (cmolc dm^{-3}), apresentaram diferença significativa entre os tratamentos Calcítico e Testemunha, na camada de 0 à 5 cm e também mais profundamente de 10 à 20cm onde os valores encontrados foram significativamente superiores para o tratamento Calcítico. Na camada de 10 à 20, também se apresentou elevação significativa nos teores de Ca^{+2} , do tratamento Calcítico em relação ao tratamento Dolomítico. Estes dados estão amparados no fato de que segundo previsto na legislação brasileira o calcário Calcítico deve ter uma quantidade menor que 5% de Mg^{+2} , enquanto o dolomítico tem concentração de Mg^{+2} superior a 12 % (Brasil, 2004), tendo assim o Calcítico uma maior relação Ca/Mg, implicando em teores maiores de Ca^{+2} em sua composição. Os dados obtidos e avaliados nas análises de solo estão expressos na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Dados das análises de solo do experimento em julho de 2020.

pH					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	5,52 ^{ns}	5,87	5,75	5,80	5,87
5 - 10	5,35 ^{ns}	5,75	5,37	5,60	5,18
10 - 20	4,87 ^{ns}	5,25	4,95	5,02	5,05
Al ³⁺ , cmolc dm ⁻³					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	0 ^{ns}	0	0	0	0
5 - 10	0,2 ^{ns}	0,06	0,0	0,0	0,09
10 - 20	0,5 ^{ns}	0,2	0,1	0,1	0,04
Saturação por Bases, V%					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	71,6 ^{ns}	79,8	75,9	77,2	80,0
5 - 10	62,9 ^{ns}	73,2	65,6	71,7	56,0
10 - 20	42,9 ^b	57,5 ^a	48,4 ^{ab}	51,4 ^{ab}	46,7 ^{ab}
Soma de Bases, cmolc dm ⁻³					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	11,5 ^b	13,7 ^a	12,4 ^{ab}	12,6 ^{ab}	13,1 ^{ab}
5 - 10	9,2 ^b	11,7 ^a	9,5 ^b	10,7 ^{ab}	9,8 ^b
10 - 20	5,6 ^b	7,5 ^a	6,5 ^{ab}	6,7 ^{ab}	5,5 ^b
Ca ²⁺ , cmolc dm ⁻³					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	8,7 ^b	10,6 ^a	9,4 ^{ab}	9,8 ^{ab}	9,9 ^{ab}
5 - 10	7,3 ^{ns}	9,1	7,5	8,7	6,3
10 - 20	4,4 ^b	6,1 ^a	5,1 ^{ab}	5,4 ^{ab}	4,1 ^b
Mg ²⁺ , cmolc dm ⁻³					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	1,9 ^{ns}	2,1	1,9	1,9	2,3
5 - 10	1,3 ^{ns}	1,6	1,3	1,5	1,2
10 - 20	0,8 ^{ns}	1,0	0,9	0,9	0,8
MO, g dm ⁻³					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	50,8 ^{ns}	55,9	54,3	49,6	51,79
5 - 10	39,0 ^a	41,8 ^a	40,0 ^a	39,9 ^a	30,6 ^b
10 - 20	30,7 ^{ab}	31,4 ^{ab}	32,2 ^a	31,8 ^{ab}	25,9 ^b
K ⁺ , cmolc dm ⁻³					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	0,7 ^b	0,9 ^{ab}	1,0 ^a	0,8 ^{ab}	0,8 ^{ab}
5 - 10	0,5 ^b	0,6 ^{ab}	0,7 ^a	0,5 ^b	0,4 ^b
10 - 20	0,3 ^{ns}	0,4	0,4	0,3	0,5
P, mg dm ⁻³					
	Testemunha	Calcítico	FortCalcio A	FortCalcio B	Dolomítico
0 - 5	11,9 ^{ns}	11,2	9,9	9,3	12,2
5 - 10	11,2 ^{ns}	13,7	7,6	8,3	11,3
10 - 20	4,0 ^{ns}	6,1	3,3	3,6	5,7

Fonte: O autor (2021).

A Soma de Bases que é a soma dos Cátions Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} , apresentou diferença significativa em todas as profundidades avaliadas, na profundidade de 0 à 5 cm, apresentou valores significativamente superiores do tratamento Calcítico em relação ao tratamento Testemunha, de 5 à 10 cm o tratamento Calcítico apresentou diferença em relação aos tratamentos testemunha, FortCálcio A e dolomítico, também mais profundamente de 10 à 20 cm, o tratamento Calcítico apresentou valores significativamente superiores em relação a Testemunha, e ao tratamento Dolomítico. Estes resultados estão ligados provavelmente também ao fato de o calcário Calcítico ter maiores teores de Ca^{+2} em sua composição, que é um dos elementos principais que influencia na soma de bases.

A quantidade de Matéria Orgânica (MO), apresentou diferença significativa nas profundidades de 5 – 10, onde o tratamento Dolomítico apresentou teores significativamente inferiores a todos os demais tratamentos, e na última camada de 10 – 20, o tratamento Fortcalcio A, apresentou teores significativamente superiores em relação ao tratamento Dolomítico. Esses dados não estão claramente amparados nas bibliografias pesquisadas, pois Silva e Resck (1997), definem a matéria orgânica como um resíduo principalmente dos vegetais já em estado parcialmente decomposto e que apresentam diversidade estrutural.

Como será mostrado logo a frente, os tratamentos não tiveram interferência na produção das culturas com exceção do tratamento FORTCalcio B na cultura do milho, para ter vindo a aumentar a produção de palhada e conseqüentemente matéria orgânica, além dos teores de MO serem valores que precisam de um maior tempo e carga maior de palhada para serem alterados no solo. Talvez uma possível hipótese é que os tratamentos possam ter influenciado na produção da cobertura de inverno de aveia que não foi avaliada, e pode talvez ocorrer maior produção em algum tratamento e ter influenciado a quantidade de MO presente no solo.

As condições meteorológicas de precipitação principalmente, foi um fator que influenciou direta e negativamente a produção das culturas, conduzidas no presente trabalho. VIEIRA et al. (2018), em estudos de dados meteorológicos, avaliou as condições históricas de precipitação da região de Dois Vizinhos – PR, entre os anos de 1973 a 2012. E ao compararmos as precipitações médias mensais obtidas no período por ele estudado com os dados de precipitação no período de condução do experimento dispostos na tabela 2, nota-se que no período de condução das culturas a quantidade de chuva ficou abaixo da média da região.

Essa condição de chuvas abaixo da média com períodos de estiagens, que ocorreram em momentos importantes principalmente da cultura do milho e feijão, representou grande perda de produção em ambas as culturas, impedindo estas de alcançar seu máximo potencial produtivo.

Tabela 2: Precipitação pluviométrica durante de condução do experimento – Dois Vizinhos, Paraná.

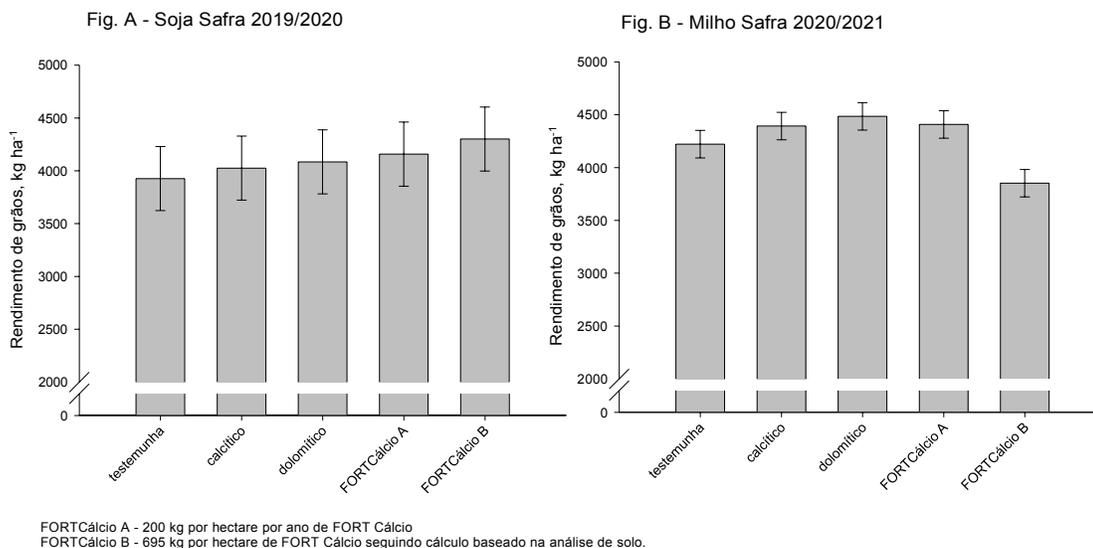
Cultura	Mês	Precipitação (mm)
-	Set 2019	39,97
	Out 2019	117,30
	Nov 2019	183,93
	Dez 2019	170,8
	Jan 2020	133,8
	Fev 2020	116,4
	Mar 2020	22,4
	Abr 2020	57,4
	Mai 2020	252,8
	Jun 2020	182,8
SOJA	Jul 2020	39,6
	Ago 2020	176
	Set 2020	19,6
	Out 2020	86,8
	Nov 2020	94,8
MILHO	Dez 2020	179,1
	Jan 2021	387,5
	Fev 2021	49,5
FEIJAO	Mar 2021	45,6
	Abril 2021	4,5
	Mai 2021	31,7
TOTAL		$\Sigma = 2051,11$

Fonte: GEBIOMET (2020).

A soja safra 2019/2020 não apresentou diferença significativa na produção de grãos de acordo com os tratamentos avaliados, conforme os dados de produção de grãos obtidos expressos na figura 1A.

A cultura do milho safra 2020/2021 apresentou diferença significativa na produção de grão para o tratamento FortCálcio B, que teve uma produção significativamente inferior que todos os demais tratamentos, enquanto entre os outros tratamentos avaliados a produção foi significativamente semelhante, como expresso na figura 1B.

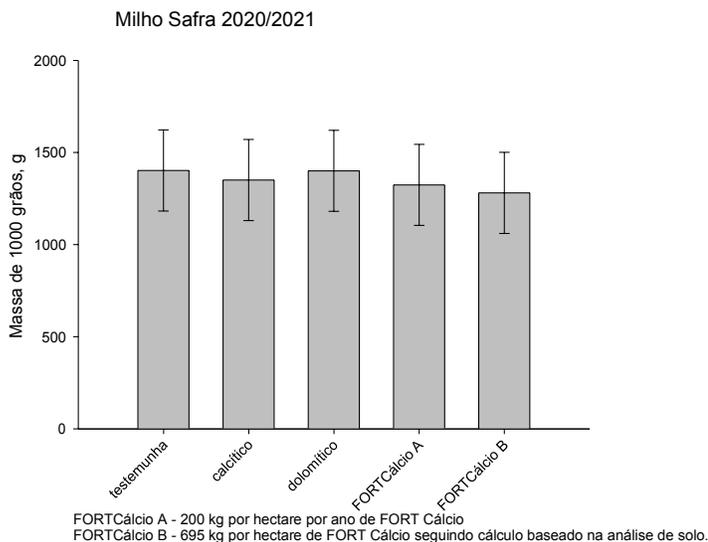
Figura 1: Rendimento de grãos da safra de soja 2019/2020 (Fig. A) e safra de milho 2020/2021 (Fig. B) sob diferentes corretivos da acidez do solo. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, 2021.



Fonte: O autor (2021).

Para a cultura do milho foi também avaliado a massa de mil grãos, que não apresentou diferença significativa para nenhum dos tratamentos avaliados expressos na figura 2.

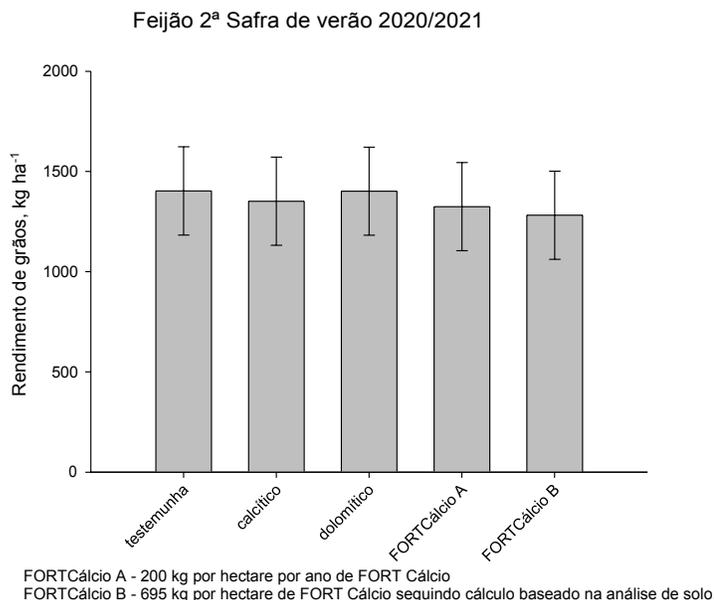
Figura 2: Massa de mil grãos da cultura do milho safra 2020/2021.



Fonte: O autor (2021).

A cultura do feijão implantada e conduzida na 2ª safra 2020/2021, também não demonstrou diferença significativa de produção em decorrência dos tratamentos utilizados, conforme figura 3.

Figura 3: Rendimento de grãos da cultura do feijão 2ª safra 2020/2021.



Fonte: O autor (2021).

Ambas as culturas com exceção do tratamento Fortcalcio B no milho não apresentaram diferença significativa na sua produção com ambos os tratamentos, esse resultado pode estar atrelado as boas condições em que o solo se apresentava no momento de implantação do experimento, conforme a análise inicial do solo (Anexo II), onde o solo em geral se apresentava corrigido. Caires et al., (1998, 1999, 2006) e Alleoni et al., (2003, 2005), vêm o Al^{+3} como um dos principais fatores que influenciam negativamente na capacidade das plantas desenvolverem raízes e explorar solos ácidos. Segundo Echart e Cavalli-Molina (2001), essa capacidade do Al^{+3} se dá por conta desse reagir com água e liberar íons H^+ potencializadores da acidez do solo. A concentração de Al^{+3} em ambos os tratamentos e profundidades, se apresentaram em níveis baixos, sendo que assim este componente não influenciou na baixa produção de nenhum dos tratamentos.

Em relação a menor produção apresentada no tratamento FortCálcio B na cultura do milho, não se tem ao certo qual tenha sido o motivo, já que em buscas na literatura não se encontrou nenhuma hipótese que se justifica esse resultado.

7 CONCLUSÕES

O tratamento calcítico se mostrou mais eficiente para aumentar a V% em relação a testemunha na profundidade de 10 à 20cm.

O tratamento calcítico teve maior eficiência em aumentar os teores de Ca^{+2} em relação a testemunha na primeira camada de 0 à 5cm, e em relação à na camada mais profunda de 10 à 20cm em relação a testemunha e ao tratamento dolomítico.

O tratamento calcítico se mostrou mais eficiente em corrigir soma de bases nas três profundidades avaliadas em relação a testemunha, além de que, de 5 à 10cm apresentou também em relação ao FortCálcio A e dolomítico e de 10 à 20cm em relação ao dolomítico.

O tratamento dolomítico apresentou problemas com MO na camada de 5 à 10cm em relação aos demais tratamentos, e na última camada de 10 à 20 em relação ao Fortcalcio A.

Os tratamentos não mostraram claro efeito significativo em produção das culturas, no período avaliado.

Com os resultados obtidos neste trabalho e avaliando os custos dos corretivos utilizados no mercado, pode-se afirmar que nas condições estudadas a correção com o calcário calcítico teria o maior custo benefício.

Com as diferenças na estrutura química do solo notada com os tratamentos, nos mostra a necessidade de se seguir com o trabalho em longo prazo e de se implantar o os tratamentos em solos com piores condições de calagem.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C. Corretivos de acidez dos solos: Características e interpretações técnicas. **ANDA - Associação Nacional Para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas**, São Paulo, 1992. Disponível em: <http://files.leandrogodoy.webnode.com/200000047-002c2021ea/Corretivos%20-%20Alcarde%20Anda%2004.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

ALLEONI, L.R.F.; CAMBRI, M.A. & CAIRES, E.F. Atributos químicos de um Latossolo de Cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:923-934, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/4BxdWwsWwvzqXtH56V3bKHM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso: 19 nov. 2021.

ALLEONI, L.R.F.; ZAMBROSI, F.C.B.; MOREIRA, S.G.; PROCHNOW, L.I. & PAULETTI, V. Liming and electrochemical attributes of an Oxisol under no tillage. *Sci. Agric.*, 60:119-123, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/H9BD3ZybGKj5q757vSHb8Ww/?format=pdf&lang=en>. Acesso: 19 nov. 2021.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan 2014. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf. Acesso: 23 ago. 2020.

AMARAL, A. S. **Mecanismos de correção da acidez do solo no sistema plantio direto com aplicação de calcário na superfície**. 2002. 107 p. Tese (Doutorado em ciência do solo) - Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72649/000331704.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 ago. 2020.

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; HINRICHS, R.; BERTUOL, I. Movimentação de partículas de calcário no perfil de um Cambissolo em plantio direto. **Revista Brasileira de ciência do solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, mar/abr 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832004000200014&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 28 set. 2020.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; FREITAS, P. L.; COELHO, M. R.; LEANDRO, W. M.; JUNIOR, J. P. O.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, H. G.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. C. S. Correção do Solo e Adubação no Sistema de Plantio Direto nos Cerrados. **EMBRAPA Solos**, Rio de Janeiro, n. 46, ed. 1, p. 22, jun 2003. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/926213/1/doc462003.pdf>. Acesso em: 22 set. 2020.

BRASIL. Instituição Normativa nº 004 de 02/08/2004. Ministério da Agricultura e do abastecimento. **(Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos corretivos de acidez, corretivos de alcalinidade, corretivos de sodicidade e dos condicionadores de solo, destinados à agricultura)**. Diário Oficial da União Brasília, 2004.

CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de ciência do solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, mar/abr 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832003000200008&script=sci_arttext. Acesso em: 18 set. 2020.

CAIRES, E. F.; CHUEIRRI, W.A.; MADRUGA, E.F. & FIGUEREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 22:27-34, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/MvfbDFnCMsStdjTMQm9LrBy/?lang=pt>. Acesso: 19 nov. 2021.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A.F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.A. & MADRUGA, E.F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:315-327, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/nNYRjssppywZHLlfsJhdbgN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso: 19 nov. 2021.

CAIRES, E.F.; GARBUIO, F.J.; ALLEONI, L.R.F. & CAMBRI, M.A. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:87-98, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/ybcdZQdbGVwPShsvn3CshZw/?lang=pt>. Acesso: 19 nov. 2021.

CARVALHO-PUPATTO, J. G.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 39, n. 12, dez 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004001200008. Acesso: 15 set. 2020.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de ciência do solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, mar/abr 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832004000200010&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 21 set. 2020.

COELHO, A. M. Eficiência de Calcário de diferentes granulometrias na correção da acidez do solo. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, Dezembro 2004. Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/Comunicado100.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2020.

COLEMAN, N. T. & THOMAS, G. W. The basic chemistry of soil acidity. In: PEARSON, R. W. & ADAMS, F., eds. **Soil acidity and liming**. Madison, American Society of Agronomy, 1967. p.1-41.

CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; FERNANDES, D. M.; PERES, M. G. M. Aplicação superficial de diferentes fontes de corretivos no crescimento radicular e produtividade da aveia preta. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, jul/ago 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832008000400022&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 15 set. 2020.

ECHART C. L.; CAVALLI-MOLINA. S.; **Fitotoxicidade do Alumínio: Efeitos, Mecanismos de Tolerância e seu Controle Genético**. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.3, p.531-541, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/xRLkkL5hjcMMbhqDpsVRqfH/?lang=pt&format=html#>. Acesso em: 23 nov. 2021.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília - DF: 2013. 353 p. ISBN 978-85-7035-198-2.

GEBIOMET – Grupo de Estudos em Biometeorologia. Dados Clima DV 2020. Disponível em: <http://www.gebiomet.com.br/>. Acesso em 18 nov. 2021.

KAMINSKI, J.; SILVA, L. S.; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R. Acidez e calagem no sul do Brasil: Aspectos históricos e perspectivas futuras. In: EFEITO de longo prazo de práticas de uso e manejo do solo na fertilidade do solo: alterações na mineralogia e disponibilidade de fósforo e potássio. Santa Maria, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328509011>. Acesso em: 24 ago. 2020.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, S. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, Dez 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452012000400041&script=sci_arttext. Acesso:22 set. 2020.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, Jan/Jun 2004. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/410/560>. Acesso em: 24 ago. 2020.

PANDOLFO, C. M.; TEDESCO, M. J. Eficiência relativa de frações granulométricas de calcário na correção da acidez do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 31, n. 10, p. 753 - 758, out 1996. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4545/1831>. Acesso: 13 set. 2020.

PEIXOTTO, P. H. P.; PIMENTA, D. S.; CAMBRAIA, J. Alterações morfológicas e acúmulo de compostos fenólicos em plantas de sorgo sob estresse de alumínio. **Bragantia**, Campinas - SP, v. 66, n. 1, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052007000100003&script=sci_arttext. Acesso: 15 set. 2020.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O. Características de corretivos agrícolas. **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos - SP, ed. 1, p. 28p, mai 2004. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B502E0A83-4732-4A45-963F-E1E14C2D7C0B%7D%20PROCI%20Doc37ACP2004.00218%201%20.pdf>. Acesso:17 set. 2020.

QUAGGIO, J. A. Acidez e calagem em solos tropicais. **Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas - SP, 2000.

RAIJ, B. van; CAMARGO, A. P.; MASCARENHAS, H. A. A.; HIROCE, R.; FEITOSA, C. T.; NERY, C.; LAUN, C. R. P. Efeito de níveis de calagem na produção de soja em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 1:28-31, 1977.

ROSOLEM, C. A.; GIOMMO, G. S.; LAURENTI, R. L. B. Crescimento radicular e nutrição de cultivares de algodoeiro em resposta à calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 35, n. 4, p. 827-833, Abr 2000. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/5833/2937>. Acesso: 15 set. 2020.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. **Calcário e dolomito**. In: ROCHAS e minerais industriais: Usos e especificações. 2. ed. Rio de Janeiro: 2008. cap. 16, p. 363 - 387. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1105>. Acesso em: 24 set. 2020.

SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. **Matéria orgânica do solo**. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.). Biologia dos solos dos cerrados. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 1997. p.467-524.

VIEIRA, F. M. C.; MACHADO, J. M. C.; VISMARA, E. S.; POSSENTI, J. C. **Probability distributions of frequency analysis of rainfall at the southwest region of Paraná State, Brazil**. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/9082/pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

WIETHOLTER, S. Calagem no Brasil. **Embrapa Trigo**, Passo Fundo, dez 2000. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/820413/calagem-no-brasil>. Acesso em: 24 set. 2020.

ANEXO I

Figura 3: Croqui do experimento “Produção vegetal e correção do perfil do solo em função do uso de corretivos da acidez”, Dois Vizinhos, UTFPR, 2020.

T3R1	T5R1	T4R1	T2R1	TOR1
T5R2	T4R2	T0R2	T3R2	T2R2
T0R3	T3R3	T2R3	T5R3	T4R3
T5R4	TOR4	T2R4	T4R4	T3R4

Fonte: O autor (2019).

ANEXO II

Quadro 1: Dados de análise de solo, inicial do local do experimento “Produção vegetal e correção do perfil do solo em função do uso de corretivos da acidez”, Dois Vizinhos, UTFPR, 2020.

Profundidade de coleta	0 - 5	5 - 10	10 – 20
MO (g/dm ³)	52,64	35,83	30,64
Teor de Carbono (g/dm ³)	30,60	20,83	17,82
pH	5,50	5,30	4,90
Al ³⁺ + H (cmol(+)/dm ³)	4,21	4,96	7,20
Al Trocável (cmol(+)/dm ³)	0,00	0,00	0,20
CTC efetiva	10,98	8,68	6,07
Saturação de bases - V%	72,28	63,64	44,91
Saturação de Alumínio - Al%	0,00	0,00	3,29
Soma de bases trocáveis - S	10,98	8,68	5,87
Capacidade de Troca de Cátions - T	15,19	13,64	13,07
Ca (cmol(+)/dm ³)	8,57	6,91	4,67
Ca+Mg (cmol(+)/dm ³)	10,38	8,25	5,59
K (cmol(+)/dm ³)	0,60	0,43	0,28
P (mg/dm ³)	7,59	5,69	2,53
Relação Ca/Mg	4,73	5,16	5,08
Relação Ca/K	14,28	16,07	16,68
Relação Mg/K	3,02	3,12	3,29

Fonte: O autor (2019).