



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA

ADRIANO ISMAEL GRAEFF

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE BIOINDICADORES DE
QUALIDADE DO SOLO**

CHAPECÓ
2021

ADRIANO ISMAEL GRAEFF

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE BIOINDICADORES DE
QUALIDADE DO SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roger Lopes Alves

CHAPECÓ

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Graeff, Adriano Ismael
INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE
BIOINDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO / Adriano Ismael
Graeff. -- 2021.
42 f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roger Lopes Alves

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2021.

1. Ecotoxicologia terrestre. 2. Adubação nitrogenada.
3. Minhocas. 4. Colêmbolos. I. Alves, Paulo Roger Lopes,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

ADRIANO ISMAEL GRAEFF

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE BIOINDICADORES DE
QUALIDADE DO SOLO**

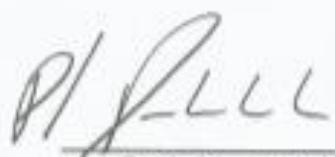
Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em: 05/05/2021

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo Roger Lopes Alves
Orientador



Prof. Dr. Jorge Luis Mattias
Avaliador



Profa. Dra. Vanessa Neumann Silva
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Flavio Graeff e Ivanir Henz Graeff, às minhas irmãs, Mariane Graeff e Andressa Graeff, meu cunhado Luiz Carlos Wisniewski (em memória) , minha sobrinha Isabella e minha namorada Nandara Pradella, por todo o apoio durante a graduação e pela força e conselhos para não desistir da graduação em momentos difíceis, não teria chegado até aqui sem vocês.

Ao meu professor orientador, Paulo Roger Lopes Alves, pela paciência na orientação, bem como todos os ensinamentos que agregaram muito a este trabalho, bem como

Para meus colegas de laboratório, Felipe, Thuanne, Aline, Willian, Jéssica, Tânia, pela ajuda na realização deste trabalho, bem como por todos os momentos que vivemos juntos devido ao trabalho em equipe.

Aos meus amigos, Jean, Luan, Lucas, Naiane, Ketlin, Eliziane, Sandra, Vitor, Andressa, Arthur, Gean, Kariny, Jucimara, Gessica, Renata, Ivan, Celina, Loren, Bruna, por todos os momentos juntos e pela parceria muito importante durante a graduação

A Cleverson Dalmora, Antônio e Keila, pelas oportunidades de trabalho, e por todos os conselhos durante o tempo ao qual prestei serviços a vocês.

Aos professores do curso de agronomia da UFFS e todos os demais colegas de curso, que de alguma forma colaboram e não foram mencionados.

A Deus, no qual por meio de minha fé me deu forças em momentos difíceis e para qual agradei nos bons momentos.

Enfim a todos que tiveram alguma contribuição nesta caminhada, o meu mais sincero MUITO OBRIGADO!!!!

RESUMO

A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado na agricultura Brasileira, devido ao baixo custo e alta quantidade de nitrogênio (N) ofertada. A cultura do milho é exigente em N, o qual é essencial para um bom desenvolvimento da cultura e, portanto, pode ser um limitante na produção. Nos últimos anos, aumentos da produtividade também estão associados ao crescente aumento do uso de fertilizantes. Diante deste quadro, torna-se importante verificar se a aplicação das doses comercialmente recomendadas de ureia, em diferentes solos, pode vir a causar alguma interferência na vida de organismos indicadores da qualidade do solo, como minhocas e colêmbolos. Para isso, minhocas da espécie *Eisenia andrei* e colêmbolos *Folsomia candida* foram expostos em dois tipos de solo (Neossolo e Latossolo) tratados com concentrações crescentes de ureia, em ensaios ecotoxicológicos laboratoriais, seguindo as recomendações das normas ISO 11267 e ISO 11268-2. As concentrações utilizadas em Neossolo foram 0 (controle), 65, 87, 174, 304 e 608 kg de ureia/ha e em Latossolo: 0, 65, 87, 130, 260 e 520 kg de ureia/ha. Os resultados demonstram que ocorrem diferenças na toxicidade da ureia quando aplicadas em diferentes solos e espécies. Para *E. andrei* a molécula se demonstrou reduções da reprodução significativas já na menor dose em Neossolo (EC50= 103 kg/ha), sendo que em Latossolo o efeito só foi significativo na última dose testada, a qual também inibiu totalmente a reprodução (EC50= 347 kg/ha). Para *F. candida* o efeito tóxico da ureia foi significativo já na primeira dose testada em Latossolo (EC50= 62,2 kg/ha), enquanto que em Neossolo (EC50 =219 kg/ha) se observou efeitos nas duas maiores doses testadas, onde a reprodução da espécie foi totalmente inibida. Deste modo, apesar dos organismos demonstrarem sensibilidades diferentes a N, fica evidente que o tipo de solo interfere na toxicidade, principalmente quando exposto a superdosagens. Estes resultados apontam para a necessidade de novos estudos com outros organismos representativos da fauna do solo, tipos de solo, assim como em outras condições de campo ou semi-campo para verificar se estes resultados persistem em situações do ambiente.

Palavras chaves: Ecotoxicologia terrestre; Adubação nitrogenada; Minhocas; Colêmbolos;

ABSTRACT

Urea is the nitrogen fertilizer most used in Brazilian agriculture, due to the low cost and high percentage of nitrogen (N) offered, in relation to other fertilizers. The corn crop has high requirements for N, being this essential for a good establishment of the crop and, therefore, can be a limiting factor in production. In recent years, increases in the productivity of corn crops are also associated with the growing increase in fertilizer consumption. In view of this situation, it is important to verify whether the application of the commercially recommended doses of urea, in different soils, may cause some interference in the life of organisms that are indicators of soil quality, such as earthworms and collemboli. For this, *Eisenia andrei* earthworms and *Folsomia candida* collemboli were exposed in two types of soil (Neossolo and Latosol) treated with increasing concentrations of urea, in laboratory ecotoxicological tests, following the recommendations of ISO 11267 and ISO 11268-2. The concentrations used in Neossolo were 0 (control), 65, 87, 174, 304 and 608 kg of urea / ha¹ and in Oxisol: 0, 65, 87, 130, 260 and 520 kg of urea / ha¹. The results showed that there were differences in urea toxicity when applied to different soils and species. For *E. andrei*, the molecule showed significant reductions in reproduction even at the lowest dose in Neossolo (EC₅₀= 103 kg/ha), whereas in Latosol the effect was only significant at the highest tested dose (EC₅₀= 347 kg/ha), however this dose completely inhibited the reproduction of the species. For *F. candida*, the toxic effect of urea was already significant in the first dose tested in Latosol (EC₅₀= 62,2 kg/ha), while in Neossolo (EC₅₀ =219 kg/ha), effects were observed in the two highest doses tested, in which the reproduction of the species was totally inhibited. Thus, although the organisms demonstrate different sensitivities to urea, it is evident that the type of soil interferes in the toxicity, especially when exposed to overdoses. These results point to the need for further studies with other organisms representative of soil fauna, other types of soil, as well as in other test conditions, in the field or semi-field to verify whether these results persist in real environmental situations.

Key words: Terrestrial ecotoxicology; Nitrogen fertilization; Earthworms; Collemboli;

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

N – Nitrogênio

P - Fosforo

K - Potássio

NH^{+4} - Amônio

NO^{-3} - Nitrato

CTC – Capacidade de troca de cátions

pH – Potencial hidrogeniônico

MO – Matéria orgânica

Ca - Cálcio

Mg - Magnésio

Al- Alumínio

ha - Hectare

CRA – Capacidade de retenção de água

EC20 – Concentração que causa efeito sobre 20 % da população

EC50 – Concentração que causa efeito sobre 50 % da população

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 ADUBAÇÕES E A CULTURA DO MILHO.....	12
3.2 UREIA.....	13
3.3 CRITÉRIOS PARA AS RECOMENDAÇÕES.....	14
3.4 SOLOS	15
3.5 ORGANISMOS DO SOLO	16
3.6 USO DE ORGANISMOS DO SOLO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	17
4 METODOLOGIA	19
4.1 ORGANISMOS TESTES	19
4.2 SOLOS TESTE	20
4.3 SUBSTÂNCIA TESTE	21
4.4 ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS	22
4.4.1 Teste de toxicidade crônica	22
4.5 ANÁLISE DE DADOS	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 TESTES COM MINHOCAS	25
5.2 TESTES COM COLÊMBOLOS	28
5.3 DIFERENÇA NA TOXICIDADE ENTRE ESPÉCIES E SOLOS	31
6 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

A adubação é uma prática comum e essencial para a produção agrícola, pois tem como objetivo fornecer os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas cultivadas. Este tipo de manejo pode ser realizado de diversas formas, dependendo do sistema de cultivo adotado (ex. orgânico ou convencional), que implicará no uso de fontes orgânicas e/ou inorgânicas.

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2004), os fertilizantes podem ser agrupados em dois grandes grupos, sendo eles:

- a) fertilizante mineral: produto de natureza fundamentalmente mineral, natural ou sintético, obtido por processo físico, químico ou físico-químico, fornecedor de um ou mais nutrientes de plantas;
- b) fertilizante orgânico: produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais;

A utilização de fertilizantes minerais é muito comum no Brasil, visto que o país foi responsável por um consumo de 34.438.840 toneladas de fertilizantes em 2017 (ANDA, 2017). Ainda, segundo Vegro (2018), em 2017 foram comercializadas no país cerca de 4.377 mil t de adubos nitrogenados (N), 5.126 mil t fosfatados (P_2O_5) e 5.853 mil t de potássicos (K_2O). Deste montante comercializado, 31% representa o consumo final de fertilizantes simples, ou seja, apenas com uma fonte de nutriente (N, P ou K), sendo os demais 69% provenientes de misturas, principalmente contendo N + P e/ou K.

As dosagens de fertilizantes minerais são incorporadas no solo para fornecer a quantidade exigida pela planta cultivada para o seu pleno desenvolvimento. Desta maneira, com base em análises da fertilidade dos solos agrícolas, busca-se suplementar a quantidade de nutrientes faltante para as plantas, e assim, obter melhores produtividades. Alguns nutrientes devem ser disponibilizados em maiores quantidades do que outros, devido às suas quantidades presentes no solo, bem como às diferentes demandas das plantas por cada um. O N, juntamente com o P e o K, está entre os elementos mais exigidos pelas plantas, sendo especialmente absorvido sob as formas de amônio (NH^{+4}) e nitrato (NO^{-3}) (FAQUIN, 2015).

A utilização de fertilizantes inorgânicos é um dos grandes motivos que possibilitou elevar produtividade da agricultura Brasileira e mundial. No entanto, pouco se tem estudado sobre os efeitos negativos da utilização inadequada de fertilizantes, tal como o efeito que as superdosagens podem provocar sobre organismos não-alvos do solo, como, por exemplo, minhocas, colêmbolos, entre outros bioindicadores que desempenham serviços ecossistêmicos essenciais no solo e que têm sido empregados como bioindicadores de distúrbios no solo. Estes fatos se fortalecem devido às recomendações de adubações serem realizadas com base em critérios estritamente químicos e, portanto, que desconsideram organismos do solo.

O efeito da adubação sobre a qualidade do solo pode ser medido por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Como exemplo de alguns indicadores físicos da qualidade do solo podem ser mencionadas: a estrutura do solo, a capacidade de retenção de água, a infiltração e densidade do solo. Quando aos indicadores químicos, destacam-se o teor de matéria orgânica, CTC, teor de fosforo, potássio, magnésio, alumínio, pH e a condutividade elétrica (ARAUJO e MONTEIRO,2007). Já os indicadores biológicos podem fazer uso de todos os organismos vivos e observar as mudanças de seu comportamento, reprodução, mortalidade, entre outros. Em geral podem ser utilizadas espécie de insetos, aves, vegetais, mamíferos, anelídeos, entre outros para a monitoramento ambiental (BAGLIANO, 2012).

Os bioindicadores de qualidade do solo vêm se desenvolvendo como uma importante ferramenta para a mensuração de distúrbios ambientais, isso ocorre devido a fauna do solo ter seu ciclo de vida atrelado ao ambiente em que está inserida, sendo alguns de seus representantes sensíveis às alterações antrópicas.

Deste modo, fica evidente a necessidade de aprofundar os estudos em relação a ação da adubação sobre a fauna do solo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de altas doses de adubação mineral nitrogenada (com base em ureia) no desenvolvimento reprodutivo de espécies de invertebrados edáficos, em diferentes solos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Foram objetivos específicos deste trabalho:

- a-) avaliar se a adubação do solo com doses comerciais de ureia pode influenciar na reprodução de colêmbolos *Folsomia candida*.
- b-) determinar se a adubação do solo com altas doses de ureia pode influenciar na reprodução de minhocas *Eisenia andrei*.
- c-) comparar a toxicidade da ureia para os invertebrados em um solo arenoso e um solo argiloso.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Nos itens abaixo tratou-se de discutir aspectos importantes para a realização deste trabalho, deste modo foram discutidos assuntos relacionados a adubação e a cultura do milho, bem como aspectos e características da ureia e sua recomendação, assim como aspectos relacionados a solos e aos organismos que nele sobrevivem, assim como a utilização destes organismos como forma de determinação de impactos das atividades humanas.

3.1 ADUBAÇÕES E A CULTURA DO MILHO

Adubação mineral é uma prática muito utilizada na agricultura, ela tem significativa importância, pois trata de repor nutrientes extraídos pela cultura e também de fornecer as quantidades necessárias para o pleno desenvolvimento da mesma (SILVA e LOPES, 2012).

A cultura do milho, amplamente produzida no país e que da qual, segundo estimativas da CONAB (2020), na safra 2019/2020 foram produzidas 102,503 milhões de toneladas, ocupando uma área de 18,5 milhões de hectares por todo o país, obtendo assim uma produtividade de 5,533 kg/há. Entre os principais limitantes da produção está a demanda de nitrogênio por parte da planta. Nacionalmente, esta demanda tem sido suprida em grande parte pela adição de fertilizantes nitrogenados, principalmente pelo uso da ureia (MARTINS,2013).

Apesar deste avanço na área de fertilização ,na produção brasileira, a cultura ainda muito abaixo da produtividade potencial (10.000 kg /ha), quando se utilizam as técnicas corretas, como: correção de pH do solo, época de semeadura ideal conforme o zoneamento agrícola, escolha da cultivar apropriada, tamanho da população de plantas por ha, controle de plantas competidoras, insetos pragas e doenças, plantio em velocidade e profundidade apropriada, adubação conforme a recomendação, solo ideal (CARAVALHO *et al.* 2004).

Segundo a ANDA (1998), os fertilizantes minerais se dividem em três grupos:

- a) Fertilizantes simples: são os fertilizantes constituídos fundamentalmente de um composto químico, contendo um ou mais nutrientes vegetais, quer sejam eles macro ou micronutrientes ou ambos.
- b) Fertilizantes mistos ou misturas de fertilizantes: são os fertilizantes resultantes da mistura de dois ou mais fertilizantes simples.
- c) Fertilizantes complexos: são misturas de fertilizantes resultantes de processo tecnológico em que se formam dois ou mais compostos químicos. São misturas produzidas com a participação de matérias primas (amônia – NH_3 , ácido sulfúrico – H_2SO_4 , ácido fosfórico – H_3PO_4), as quais dão origem a compostos químicos como sulfato de amônio – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, fosfato monoamônico (MAP) – $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, fosfato diamônico (DAP) – $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.

A adubação nitrogenada do milho deve ser realizada conforme as necessidades de desenvolvimento da cultura. Dois períodos são extremamente importantes, e são neles que se realizam as adubações nitrogenadas, que são: 1) a semeadura; 2) o período que compreende os estádios fenológicos de V4 a V6, nestes períodos a deficiência de nitrogênio, bem como outros nutrientes podem comprometer o potencial produtivo esperado (EMBRAPA, 2017).

A necessidade de adubação também deve levar em consideração as culturas antecedentes (ex. leguminosas ou gramíneas) e o tipo de manejo empregado (e. plantio direto, convencional), (SBCS, 2016), assim como as demais técnicas já citadas a cima.

3.2 UREIA

A ureia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] é um fertilizante granulado simples, em estado sólido, e que possui em sua composição cerca de 44-46% de nitrogênio (CANTARELLA, 2007), sendo o fertilizante nitrogenado mais usado no Brasil e no mundo (REETZ, 2017).

No Brasil a ureia representa 60% dos fertilizantes nitrogenados, isso ocorre principalmente devido ao seu baixo custo de produção e facilidade de armazenamento, se comparado com seu concorrente direto, o nitrato de amônio, que ainda possui restrições de produção devido a sua utilização para fabricação de explosivos (YAMADA e ADBALLA, 2007). Isso faz a utilização da ureia mais atraente comercialmente.

Segundo Cantarella (2007), a ureia apresenta vantagens como: alta concentração de N, menor preço por unidade, alta solubilidade, menor corrosividade,

alta taxa de absorção foliar. No entanto uma grande desvantagem é a possibilidade de volatilização de amônia.

No solo, ao ser aplicada, e por ser facilmente dissolvida em água, movimentase com a mesma até ser hidrolisada a NH_4^+ , outra forma encontrada é NO_3^- . Estas duas formas são facilmente absorvidas pelas plantas, no entanto, há maior absorção na forma de nitrato. Este último, apesar de estar prontamente disponível, é facilmente lixiviado ou desnitrificado, enquanto que o amônio apesar de estar disponível, tem liberação mais lenta pois se une com as cargas do solo (REETZ, 2017).

A utilização de fertilizantes nitrogenados tende a reduzir o pH do solo, sendo que estima-se que seria necessário 1 kg de CaO, para compensar o efeito da acidificação do solo causada por 1 kg de N. Outra informação importante é que as culturas absorvem apenas de 30 a 50% do N aplicado via fertilizante, e esta absorção depende da cultura, solo e manejos empregados (REETZ, 2017).

3.3 CRITÉRIOS PARA AS RECOMENDAÇÕES

As recomendações de adubação do Manual de calagem e adubação para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS, 2016) são fruto de uma constante evolução em pesquisa, e que hoje possui parâmetros formados a partir de análise de solo e/ou tecido vegetal para fazer suas recomendações.

Para calagem e adubação com NPK, é necessária a realização da análise química do solo e obtenção de dados como: pH em água, índice SMP, dos teores de Ca, Mg e Al trocáveis, de K e P disponíveis, teores de matéria orgânica e argila, CTC efetiva e a pH 7,0. Todas essas determinações seguem as metodologias laboratoriais recomendadas pelo referido manual (SBCS, 2016).

As recomendações de nitrogênio para a cultura do milho seguem como indicativos o teor de matéria orgânica, cultura antecedente e a produtividade esperada por hectare, indicando as doses de N a ser aplicada por hectare (Tabela 1 - SBCS, 2016). Para sistemas de cultivo considerados convencionais recomenda-se aplicações máximas de 30 kg de N/ ha em semeadura e para sistemas de plantio direto aplicações máximas de 40 kg de N/ ha para o mesmo período (SBCS, 2016). O restante da recomendação deve ser realizado em cobertura entre os estádios

fenológicos V3 a V5 da cultura do milho. Para produtividades superiores a 6 toneladas por hectare recomenda-se a adição de 15 kg de N/ ha para cada tonelada adicional da produção (SBCS, 2016).

O teor de MO é utilizado como indicativo devido o nitrogênio orgânico representar de 97 a 98% do N total do solo, enquanto que o inorgânico representa apenas de 2 a 3% (LOPES, 1998), a cultura antecedente é importante devido o poder de fixação de N no solo de algumas culturas como a soja, assim como os resíduos deixados por restos culturais de outras culturas que vem a fornecer N para o solo.

Tabela 1– Recomendações de Nitrogênio para a cultura do milho segundo o manual de adubação e calagem dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Teor MO	Cultura antecedente		
	Leguminosa	Consociação ou pousio	Gramínea
%Kg de N / ha.....		
≤ 2,5	70	80	90
2,6 – 5,0	50	60	70
> 5,0	≤ 40	≤ 40	≤ 50

Fonte: SBCS, 2016.

Para expectativas de rendimento superior a 6 t/ha, acrescentar 15 kg de N/ha por tonelada a mais.

3.4 SOLOS

Os Latossolos são solos com alta intemperização, profundos, com boa drenagem, possuem ampla distribuição no território nacional, ocupando cerca de 39 % do território brasileiro (SANTOS, 2011) e podem ser de baixa (distróficos) ou alta (eutróficos) fertilidade natural. Esta classe de solos tem destaque pelo seu elevado potencial e uso agrícola, sendo que no sul do país são mais destinados à produção de grãos (IBGE, 2007).

Já os Neossolos possuem pouco material orgânico e mineral em profundidades de menos de 30 cm, são profundos e arenosos, e comuns em regiões litorâneas e alguns estados do nordeste brasileiro (IBGE, 2007) e ocupam cerca de 15% do território nacional (SANTOS, 2011).

Para a cultura do milho é ideal a utilização de solos com boa fertilidade e armazenamento de água. Rosa *et al.* (2017), define 3 tipos de solos como sendo aptos a produzir milho, sendo:

Solos tipo 1. Englobam: i) solos cujo teor de argila é superior a 10% e inferior a 15% nos primeiros 50 cm de solo e ii) solos com teor de argila entre 15% e 35% e com teores de areia inferiores a 70%, que apresentam variação abrupta de textura nos primeiros 50 cm, isto é, que nos 50 cm superficiais, um horizonte ou camada de solo tem 15% ou mais de argila, em valor absoluto, do que o outro horizonte.

Solos tipo 2. Englobam solos com teor de argila entre 15% e 35% e com teores de areia inferiores a 70% nos primeiros 50 cm de solo.

Solos tipo 3. Englobam i) solos com teor de argila maior que 35% nos primeiros 50 cm; e ii) solos com menos de 35% de argila e menos de 15% de areia (textura siltosa) nos primeiros 50 cm.

Deste modo, apesar do Neossolo não ser um solo apropriado para produção de milho, devido a suas características não o enquadrarem nos 3 solos acima (Anexos C e D), o mesmo é muito representativo e possui distribuição por todo o país e permite demonstrar um cenário contrastante ao do Latossolo, que é amplamente usado para o cultivo do milho no país.

3.5 ORGANISMOS DO SOLO

Segundo Correia e Oliveira (2000), o solo é um habitat natural de organismos diversos que possuem inúmeras funções e tamanhos. Alguns destes organismos pertencem ao grupo da Mesofauna, que compreende indivíduos de 100µm - 2mm (CORREIA e OLIVEIRA, 2000) e são responsáveis por alterações na ciclagem de nutrientes, através da fragmentação e consumo de resíduos vegetais e auxiliam a promover a humificação da MOS, bem como também podem alterar estruturalmente o solo, visto são responsáveis pelas criações de bioporos. Outro grupo importante é a Macrofauna, que possui indivíduos entre 2mm – 20mm, os quais também participam da ciclagem de nutrientes, especialmente pela fragmentação dos resíduos em tamanhos que possam estimular a atividade microbiana. A macrofauna também

interfere significativamente na estrutura do solo, seja pela mistura de materiais orgânicos e inorgânicos, distribuição de matéria orgânica e microrganismos ao longo do perfil, mas também pela criação de galerias e outras estruturas biogênicas (CORREIA e OLIVEIRA, 2000).

Todas estas funções exercidas pelos organismos do solo podem ser influenciadas por práticas adotadas no manejo de produção que podem ocasionar mudanças comportamentais, efeitos tóxicos, ou ainda ocasionar alguma forma de benefício aos organismos (ARAÚJO e MONTEIRO, 2007). No entanto, os efeitos observados podem variar significativamente, uma vez que a mesma substância química pode ser benéfica para um organismo e causar efeitos negativos sobre outro. Um exemplo disso é a aplicação de fertilizantes inorgânicos que está muito associado a uma maior produção de biomassa vegetal e que em consequência disto pode retornar uma maior quantidade de matéria orgânica ao sistema (CORREIA e OLIVEIRA, 2000), no entanto, apesar da adição de matéria orgânica ser benéfica para os organismos de solo alguns fertilizantes podem ser tóxicos, como por exemplo para as minhocas que segundo Klavivko e Timmenga (1990), sofrem intoxicação pela amônia.

3.6 USO DE ORGANISMOS DO SOLO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

As avaliações de qualidade do solo, bem como a avaliação de impactos, estiveram, por muito tempo, associadas aos resultados das análises químicas. No entanto, estudos que caminham para a construção de uma definição sólida do conceito de qualidade de solo, de acordo com Doran e Parkin (1994), devem considerar os seguintes critérios, para o mesmo ser considerado um bom indicador:

estar associado aos grandes processos do ecossistema; integrar propriedades físicas, químicas e biológicas; ser acessível a muitos usuários e aplicável a condições de campo; ser sensível a variações no manejo e no clima; quando possível, fazer parte de bancos de dados.

Para Correia e Oliveira (2000), as sensibilidades dos invertebrados do solo, bem como a sua direta relação com processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, evidenciam a capacidade destes organismos fornecerem informações importantíssimas sobre modificações no ambiente. Apesar de estes organismos

poderem produzir informações tão relevantes, pouco se sabe sobre o efeito de práticas frequentemente utilizadas no campo, como a adubação nitrogenada.

Com a evolução da ecotoxicologia terrestre, muitos organismos têm sido utilizados para mensurar possíveis distúrbios no ambiente, justamente por possuir maior sensibilidade a alterações que ocorrem em seu habitat e fornecer respostas mais rápidas, entre estes organismos temos *Eisenia andrei* e *Folsomia candida*, que representam grupos diferentes e também exercem funções diferentes no solo (BARETTA *et al.*, 2011), no entanto nenhum indicador deve ser utilizado isoladamente (ARAÚJO e MONTEIRO, 2007).

Apesar disso ao analisar espécies individualmente é possível identificar o grau de efeito positivo ou negativo de determinada substância, e após correlacionar o efeito que o mesmo pode causar com o desarranjo de toda a cadeia alimentar. Um exemplo disto são as minhocas que com seus hábitos tornam-se essenciais para a vida de muitos organismos (BARETTA *et al.* 2011), deste modo a mortalidade, bem como redução da reprodução das mesmas pode vir a gerar muitos outros efeitos negativos.

4 METODOLOGIA

4.1 ORGANISMOS TESTES

Para se realizar os ensaios que avaliaram o potencial de toxicidade da ureia para os organismos do solo, foram utilizadas duas espécies de invertebrados do solo, sendo uma espécie de colêmbolos (*F. candida*) e uma espécie de as minhocas (*E. andrei*).

Para realizar a criação dos organismos, bem como os ensaios ecotoxicológicos foi utilizado o laboratório de Botânica, Ecologia e Entomologia da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Chapecó (SC), visto que o mesmo possui um ambiente com temperatura e luminosidade controlada seguindo as especificações recomendadas pela ISO 11267 (ISO,1999) e ISO 11268-2 (ISO, 2012). A temperatura 20 ± 2 °C e a luminosidade de 12 horas de fotoperíodo foram utilizadas.

Para a criação dos colêmbolos *Folsomia candida* foram utilizados recipientes plásticos, contendo uma mistura composta de gesso, água e carvão ativado nas seguintes proporções respectivamente 10:7:1. A alimentação destes organismos testes foi realizada duas vezes por semana, sendo fornecido a levedura *Saccharomyces cerevisiae* granulada e seca. Junto à alimentação foi realizada a correção de umidade do meio de cultura, por meio da adição de gotas de água destilada. Os colêmbolos que foram utilizados em testes possuíam idade sincronizada (10 a 12 dias) conforme normas da ISO 11267 (ISO, 1999).

A criação das minhocas *Eisenia andrei* foi realizada em substrato composto por esterco de cavalo, fibra de coco seca e areia fina, nas proporções de 2:1:0,1, respectivamente. O esterco utilizado foi coletado em fonte confiável, para que o mesmo não tivesse resíduos de antibióticos ou outras substâncias potencialmente tóxicas para minhocas. O esterco foi seco e passou por um processo de desfauna, com três ciclos de congelamento (a -20 °C) e três de descongelamento, à temperatura ambiente. A mistura do substrato foi umedecida com água destilada. A alimentação das minhocas foi realizada uma vez por semana, sendo fornecido cerca de 10g de um mingau preparado com flocos de aveia e água, sendo que a alimentação excedente da semana anterior foi removida do meio. A correção de umidade do meio de cultivo foi realizada antes da nova alimentação. Os organismos utilizados nos testes ecotoxicológicos foram adultos (possuíam clitelo aparente) com biomassa corporal

entre 250 e 600 mg. Para a realização dos ensaios, as minhocas foram aclimatadas, por, no mínimo, 24 horas antes no solo teste que será utilizado no ensaio.

4.2 SOLOS TESTE

Os solos que foram utilizados nos ensaios são solos naturais de Santa Catarina, sendo eles um Neossolo Quartzarênico (coletado no município de Araranguá-SC) e um Latossolo Vermelho Distrófico (coletado no município de Palmitos -SC), coletados na camada de 0 a 20 cm de profundidade do perfil do solo. As amostras de solo foram secas a temperatura ambiente, peneiradas em peneira de 4 mm. Os solos também passaram pela desfauna, conforme descrito para na criação das minhocas. Para ambos os solos utilizados nos testes a capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada.

Os solos utilizados no teste foram analisados nos laboratórios da Epagri, sendo que abaixo serão demonstrados na tabela os resultados obtidos.

Tabela 2 – Análise química do Neossolo e Latossolo (Anexo A e B).

Parâmetros	Neossolo	Latossolo
% argila m/v	15,0	40,5
Ph água 1:1	4,60	5,40
Índice SMP	6,30	5,70
P mg/dm ³	4,10	4,00
K mg/dm ³	40,0	222
% M.O. m/v	2,20	3,20
Al cmolc/dm ³	0,30	0,10
Ca cmolc/dm ³	0,50	8,40
Mg cmolc/dm ³	0,40	1,70
H+Al cmolc/dm ³	3,09	6,00
CTC pH 7 cmolc/dm ³	4,09	16,7
Al(valor m)	21,9	0,94
Bases %	24,5	64,1

K %	2,50	3,39
Ca %	12,2	50,4
Mg %	9,78	10,4
Ca/Mg	1,25	4,85
Ca/K	4,89	14,8
Mg/K	3,91	3,06

Fonte: Autor, 2021.

4.3 SUBSTÂNCIA TESTE

A substância teste foi a ureia, que é um adubo simples muito utilizado na agricultura brasileira. As dosagens aplicadas no solo, simularam aplicações na cultura do milho (*Zea mays*), seguindo as recomendações do manual de adubação e calagem para os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SBCS, 2016).

Para fins de definição partiu-se do princípio de que os solos se encontram em pousio, e as doses simularam aplicações máxima na semeadura no sistema plantio direto e convencional (para produção de 6 t/ha de milho). Também foram utilizadas dosagens recomendadas durante o ciclo da cultura do milho que visam produzir de 6 t/ha, 10 t/ha de e o dobro desta dose, e ainda foi realizado um tratamento controle, onde não foi aplicado a substância teste.

Tabela 3- Concentrações de ureia aplicadas nos solos para os testes toxicidade crônica e aguda para *Eisenia andrei* e *Folsomia candida*, considerando 46% de N.

Solo	Ureia (Kg/ha)
Latossolo	0; 65 ¹ ; 87 ² ; 130 ³ ; 260 ⁴ ; 520 ⁵ ;
Neossolo	0; 65 ¹ ; 87 ² ; 174 ³ ; 304 ⁴ ; 608 ⁵ ;

Fonte: Autor, 2021.

¹ Representa aplicação máxima na semeadura no sistema plantio direto de milho.

² Representa aplicação máxima na semeadura no sistema convencional de milho.

³ Representa aplicação para produzir 6 t/ha de milho.

⁴ Representa aplicação para produção de 10 t/ha de milho

⁵ Representa o dobro da recomendação para se produzir 10 t/ha de milho (superdosagens).

Observação: As concentrações foram iguais para ambos os organismos.

4.4 ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS

Foram realizados testes de reprodução com *E. andrei* e *F. candida*, em dois tipos de solo (Neossolo e Latossolo). A aplicação do adubo mineral nas amostras de solo foi feita utilizando o adubo comercial granular, nas doses mencionadas na tabela 3. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, onde cada organismo foi exposto individualmente à ureia nos dois solos, sendo realizado deste modo 4 experimentos. Os ensaios foram conduzidos com cinco repetições para colêmbolos e quatro para minhocas. A umidade dos solos, durante os ensaios, foi realizada pela diferença de peso, sendo que os mesmos foram mantidos a uma temperatura de 20 ± 2 °C e a um fotoperíodo 12 horas.

4.4.1 Teste de toxicidade crônica

Os testes de toxicidade crônica para *F. candida*, seguiram a norma ISO 11267 (ISO, 1999), sendo realizados em recipientes de vidro com 4 cm de diâmetro e 9 cm de altura, com um fechamento hermético. Em cada recipiente foi adicionado 30 g de solo (peso úmido), com as doses do adubo ou controle (Tabela 3). Em cada recipiente foram inseridos 10 colêmbolos com idade entre 10 a 12 dias. Os colêmbolos foram alimentados no primeiro dia de teste com o fornecimento de cerca de 2 mg de fermento biológico e, semanalmente, foram realizadas manutenções de umidade e trocas gasosas. O teste foi finalizado após 28 dias do início do mesmo, onde o conteúdo de cada unidade foi transferido para outro recipiente, permitindo a flutuação dos colêmbolos sobre a água. Foram adicionadas cerca de 8 gotas de tinta preta de caneta para permitir uma melhor visualização dos colêmbolos e os recipientes foram fotografados com vista superior para que, com o auxílio do software ImageJ®, fosse realizada a contagem dos juvenis presentes no meio (Alves *et al.* 2014).

Já para os testes com minhocas foram realizados de acordo com a norma ISO 11268-2 (ISO, 2012). Para este ensaio foram necessários frascos plásticos com 15 cm de diâmetro e 10 cm de altura, com tampas perfuradas, para permitir as trocas gasosas no recipiente. Para cada repetição foram adicionados 600 g de solo úmido com ou sem adubação (tabela 3). Em cada recipiente, foram adicionados 10

indivíduos da espécie *E. andrei* adultos com biomassa corporal entre 250 e 600 mg e 10 g de alimento (esterco equino). Semanalmente, foram realizadas a reposição do alimento e ajuste de umidade do solo. Após 28 dias de testes, os indivíduos adultos foram removidos, sendo realizada contagem e pesagem dos mesmos. Após 56 dias, foi realizada nova avaliação, para isso ocorrer o restante do material do teste foi imerso em banho maria, com temperaturas de 60 ± 5 °C, durante uma hora, permitindo a contagem dos juvenis em superfície.

Para todos os ensaios foi realizado cálculos por meio regressões não lineares, para se obter as concentrações de efeito (EC) sobre 20 e 50 % da população, assim como foi realizado a determinação do pH inicial e final do teste, como demonstrado nas tabelas abaixo.

Tabela 4 - Valores de pH (KCl 1M) do solo no início e fim dos ensaios de toxicidade crônica com *E. andrei* e *F. candida* em Neossolo

Concentração ureia (kg ha ¹)	<i>E. andrei</i>		<i>F. candida</i>	
	inicial	final	inicial	final
0	4,42	5,02	4,42	5,40
65	4,70	4,39	4,70	4,31
87	5,05	4,15	5,05	4,36
174	5,49	4,39	5,49	4,15
304	6,00	3,86	6,00	3,60
608	6,28	3,45	6,28	3,10

Fonte: Autor, 2021.

Tabela 5 - Valores de pH (KCl 1M) do solo no início e fim dos ensaios de toxicidade crônica com *E. andrei* e *F. candida* em Latossolo.

Concentração ureia (kg ha ⁻¹)	<i>E. andrei</i>		<i>F. candida</i>	
	inicial	final	inicial	final
0	4,88	4,92	4,88	5,31
65	4,79	4,82	4,79	5,42
87	4,76	4,95	4,76	5,12
130	4,84	4,99	4,84	5,11
260	4,91	5,1	4,91	5,06
520	5,78	5,09	5,78	5,49

Fonte: Autor, 2021.

4.5 ANÁLISE DE DADOS

A homogeneidade de variâncias (homocedasticidade) e a normalidade dos dados foi testada pelos métodos de Bartlett e Shapiro Wilk, respectivamente, para verificar se o conjunto de dados atendiam às pressuposições para a análise de variância (ANOVA). Quando atendidas as pressuposições, os dados foram submetidos a ANOVA e diferenças significativas entre o controle e as concentrações testadas foram comparadas pelo teste de Dunnet ($p \leq 0,05$). Os valores de EC50 e EC20 (concentração de efeito em 50% e 20% da população, respectivamente) foram determinados através de modelos de regressão não lineares (ENVIRONMENTAL CANADA, 2007). Todas as análises foram realizadas no software Statistica 7.0®

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

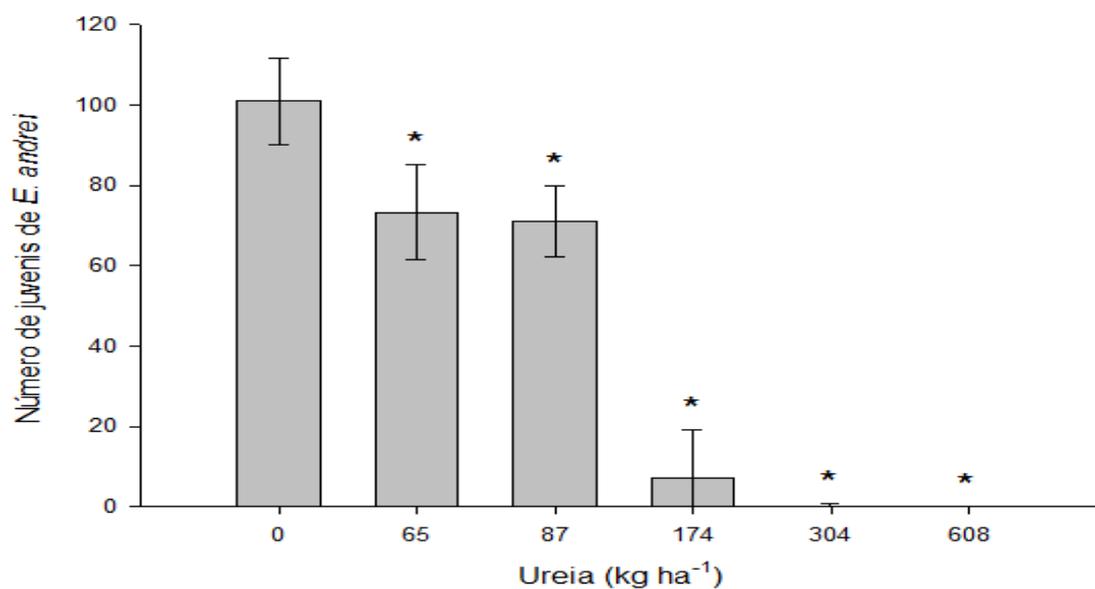
Em todos os testes realizados foram atendidos os critérios de validação dos ensaios com colêmbolos (OECD, 2004) e minhocas (ISO, 2012), e os coeficientes de variação obtidos nos ensaios foram inferiores a 30%, atendendo os requisitos estabelecidos nas normativas.

5.1 TESTES COM MINHOCAS

Nas condições deste estudo, pode-se observar que ocorreu significativa redução na reprodução dos organismos *E. andrei*, quando submetidos às mesmas doses de recomendação agronômica de adubação da cultura do milho com ureia (Figuras 1 e 2), em diferentes solos. Em Neossolo foi verificada diminuição da reprodução significativa a partir da primeira dose testada, sendo observada a inibição total da reprodução a partir da dose de 304 kg/ha. Enquanto que, em Latossolo, o efeito foi observado apenas na última dose testada, a qual também foi responsável pela inibição total da reprodução.

De acordo com as fichas de segurança (BR PETROBRAS, 2019), este fertilizante pode causar irritações e vermelhidões a pele, no entanto, este efeito é relatado para humanos. Em minhocas, que possuem epiderme extremamente sensível, este efeito pode ser muito prejudicial, seja pelo contato com a superfície (solo) ou pelo hábito de ingestão de solo (SISINNO, 2019), estando expostas a irritações tanto dentro do seu corpo pela ingestão, como por fora com o contato com o solo. Segundo Samal *et al.* (2017), a ureia pode ser responsável por lesões morfológicas e histológicas em oligoquetas *Drawida wills* e *Lampito mauritii*, causando despigmentação, inchaços clitelares, lesões na epiderme, além disso é possível observar cutículas danificadas, camadas musculares danificadas e emagrecimento de camadas epiteliais próximos a região clitelar. Todas estas lesões estariam ainda associadas a diminuição do tempo de descanso destas minhocas, que ficam extremamente agitadas com a presença de contaminantes, levando em casos sérios no consumo de suas camadas musculares para obtenção de energia, limitando assim funções como a sua reprodução e até sua sobrevivência.

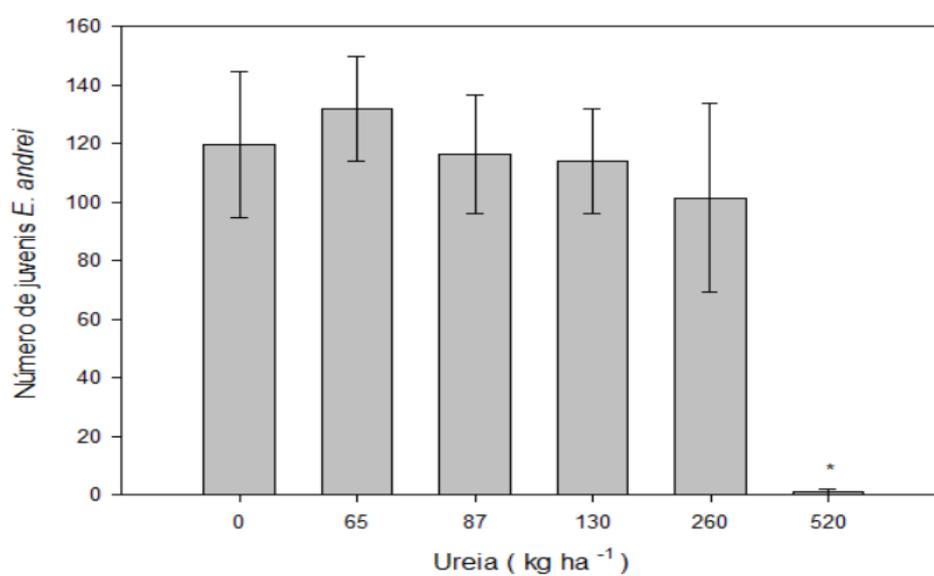
Figura 1 – Número de juvenis gerados pela espécie *E. andrei* em Neossolo, após 56 dias da exposição às concentrações de ureia.



Fonte: Autor, 2021.

* representa a ocorrência de diferenças estatística entre o controle e tratamento.

Figura 2 – Número de juvenis gerados pela espécie *E. andrei* em Latossolo, após 56 dias da exposição às concentrações de ureia



Fonte: Autor, 2021.

* representa a ocorrência de diferenças estatística entre o controle e tratamento.

Alguns estudos demonstraram o efeito de mortalidade da ureia em oligoquetas *Eisenia foetida* quando expostas em um solo natural da China, onde doses superiores a 1500 mg/kg de ureia no solo causaram a mortalidade total dos organismos em apenas 6 dias (XIAO *et al.* 2004). No mesmo estudo, foi ainda demonstrado pelos autores um aumento da mortalidade quando os organismos ficaram expostos por 14 dias a ureia. Dash *et al.* (2018) também verificaram que, para a espécie *E. fetida*, a ureia foi muito tóxica por apresentar letalidade total quando expostas a um meio de 10 mg de ureia, dissolvidos em 5 ml de água destilada, onde foi possível visualizar principalmente lesões causadas pelo contato na epiderme e impossibilidade de locomoção, 40 horas após a exposição ao fertilizante.

Tabela 6 – Parâmetros ecotoxicológicos (EC50 e EC20), calculados com base em ensaios de toxicidade crônica para a espécie *E. andrei*, submetida a concentrações de ureia (kg/ha).

Parâmetro	Latossolo	Neossolo
EC50	347 (249 a 445)	103 (89 a 116,6)
EC20	268 (199 a 337)	71,3 (58,4 a 84,2)

Fonte: Autor, 2021.

Os intervalos de confiança estão demonstrados entre parênteses.

Neste sentido, os resultados deste trabalho vêm ao encontro dos demais e ainda demonstra efeitos adicionais, como a diminuição da reprodução de *E. andrei*, que possivelmente ocorra devido aos impactos gerados aos organismos quando expostos à ureia, e que indiretamente interferem em seus papéis ecológicos no solo.

Outro ponto de grande relevância são os valores obtidos na estimativa do potencial de efeito sobre 50% (EC50) e 20% (EC20) da população em sua reprodução (Tabela 6). Os valores de EC indicam que a diminuição da reprodução de *E. andrei* em Neossolo, onde as recomendação de adubação para produção, entre, 6 t/ha de milho (174 kg/ha de ureia) e máxima aplicação no sistema convencional (87 kg/ha de ureia), Tabela 1, poderiam haver redução de mais de 50% da reprodução da espécie (EC50 = 103 kg/ha) e em Latossolo (EC50 = 347 kg/ha), e o EC20 (268 kg/ha), demonstram que a dosagem que representa a recomendação para produção de 10 t/ha de milho (260 kg/ha de ureia) poderia ser responsável por reduções de 20% na reprodução de *E. andrei*.

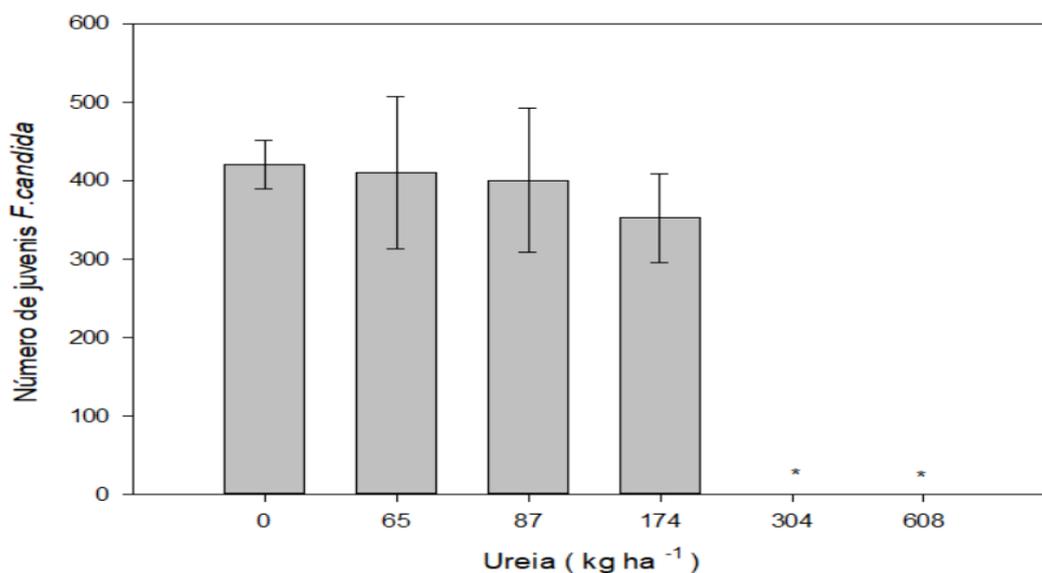
Além disso, esta diminuição na reprodução demonstra significância, devido a mesma representar a diminuição para uma única adubação, sendo que no campo a pratica de adubação é frequente, o que pode com o passar dos anos gerar efeitos ainda mais letais e até comprometer totalmente a população da espécie.

Sendo assim, é possível que as doses de ureia recomendadas para produções 10 t/ha de milho em solos agrícolas apropriados (Latosolo), podem ser perigosas para as populações de minhocas, se os efeitos observados em laboratório se repetirem, (Figuras 1 e 2). Além disso, erros nas recomendações agrônômicas ou nos ajustes de máquinas, que levam a aplicações de superdosagens (520 e 608 kg/ ha de ureia para Latossolo e Neossolo, respectivamente) além de gerar problemas financeiros devido ao custo da ureia empregado para cultivo, podem gerar severos problemas para a biota do solo e limitar a continuidade das espécies.

5.2 TESTES COM COLÊMBOLOS

Para os colêmbolos (Figura 3) pode-se observar que, até a dose que representa 174 kg/ha de ureia, a reprodução em Neossolo não apresentou alteração significativa. No entanto, as doses subsequentes testadas, que representam 304 e 608 kg/ha, inibiram totalmente a reprodução dos organismos ($EC_{50} = 219$ kg/ha). Em Latossolo, foi observada redução significativa na reprodução a partir da primeira dose testada ($EC_{50} = 62,2$ kg/ha), entretanto, este aumento do efeito de redução na reprodução da espécie parece ter sido menos proeminente nas maiores doses (Figura 4), possivelmente devido a atributos do solo como: MO e teor de argila principalmente, que agiram como um “tampão” para o efeito do fertilizante e proporcionaram uma reprodução similar entre as quatro maiores doses testadas.

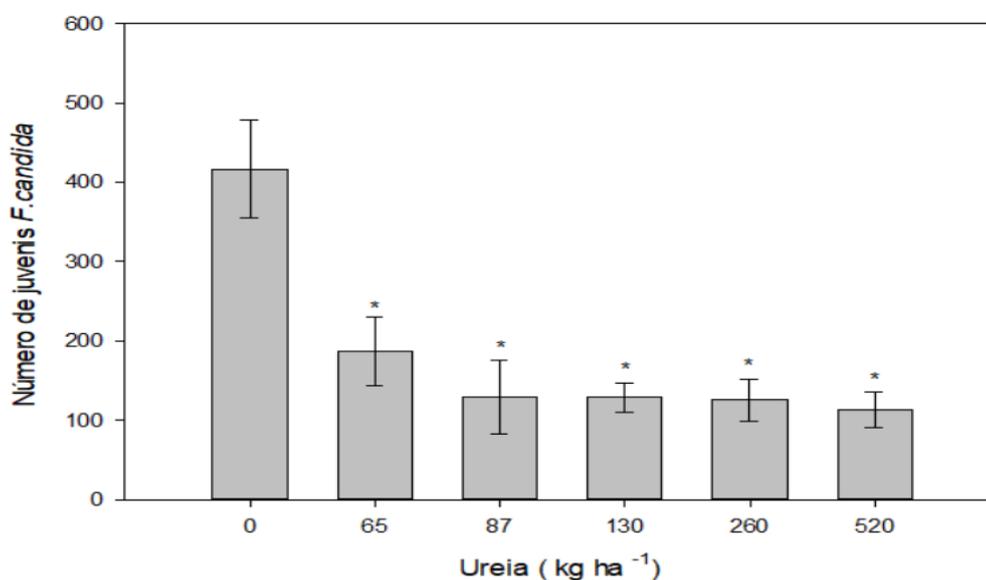
Figura 3 - Número de juvenis gerados pela espécie *F. candida* em Neossolo, após 28 dias da exposição às concentrações de ureia



Fonte: Autor, 2021.

* representa a ocorrência de diferenças estatística entre o controle e tratamento.

Figura 4 – Número de juvenis gerados pela espécie *F. candida* em Latossolo, após 28 dias da exposição às concentrações de ureia



Fonte: Autor, 2021.

* representa a ocorrência de diferenças estatísticas entre o controle e tratamento.

Lindberg *et al.* (2003) verificaram que as adubações com ureia em florestas não influenciam sobre a riqueza de populações de espécies de colêmbolos, no entanto, a abundância foi afetada, onde claramente as espécies tolerantes ao composto químico

se reproduziram muito e deste modo tiveram populações elevadas, em comparação com espécies que demonstraram sensibilidade e tiveram sua população drasticamente diminuída, apesar de ainda se mantem presentes, representando assim mudanças de domínio populacional. No mesmo estudo, os autores demonstram as dificuldades de se realizar comparações diretas com outros estudos, devido a tipos de fertilizantes diferentes, assim como doses, e a fauna do solo usado para a avaliação ser amplamente variado.

Lohm *et al.* (1977) também verificaram que a ureia pode trazer perigo ao desenvolvimento de espécies e atribuíram a toxicidade à presença de amônia, onde também foi possível verificar diferenças de sensibilidade entre os colêmbolos, onde a espécie *Orchesella bifasciata* apresentou grande sensibilidade à ureia, a qual foi atribuída a amônia.

Segundo Ding *et al.* (2019), a ureia foi responsável por alterar as comunidades microbianas associadas a colêmbolos e interferir nos processos metabólicos dos mesmos. Estes efeitos também podem ter relação com os resultados apresentados para colêmbolos neste estudo (Figuras 3 e 4) e, além disso, podem apresentar um grande sinal de alerta, devido as funções que estes organismos exercem no solo e aos efeitos observados em organismos com ele associados (bactérias), bem como no complexo sistema de predação e de simbiose que ocorre entre os organismos do solo.

Tabela 7 – Parâmetros ecotoxicológicos (EC50 e EC20), calculados com base em ensaios de toxicidade crônica para a espécie *F. candida*, submetida a concentrações de ureia (kg/ha).

Parâmetro	Latossolo	Neossolo
EC50	62.2 (43,8 a 80,6)	219 (117 a 320)
EC20	37.8 (25,9 a 49,7)	184 (144 a 223)

Fonte: Autor, 2021.

Os intervalos de confiança estão demonstrados entre parênteses.

Deste modo fica evidente que a espécie *F. candida* também possui sensibilidade a ureia (Figura 3 e 4), mesmo quando exposta em Latossolo, que é um solo apto a produção de milho e frequentemente utilizado no Brasil para esta cultura. Além disso, as menores doses testadas que causaram efeitos negativos sobre a reprodução da

espécie nesse solo são condizentes com a realidade agrícola. Os valores de EC indicam a diminuição da reprodução de *F. candida* em Latossolo, sendo que recomendações de aplicações no sistema plantio direto (65 kg/ha de ureia), Tabela 1, já seriam responsáveis pela redução de 50 % da população (EC50 = 62,2 kg/ha), e o EC20 seria de (37,8 kg/ ha), demonstrando o perigo a esta espécie quando exposta a ureia neste solo. Já em Neossolo, as recomendação de adubação para produção, entre, 6 t/ha (174 kg/ha de ureia) e 10 t/ha de milho (304 kg/ha de ureia), Tabela 1, podem ser responsáveis pela redução de mais de 50% da reprodução da espécie (EC50 = 219 kg/ha) e EC20 184 kg/ha.

Além disso, doses baixas (Tabela 7) podem ser responsáveis pelo efeito de diminuição da reprodução em 50 e 20%. Em Latossolo, foi possível de se observar efeitos de diminuição da reprodução em 50% já na primeira dose testada, e que comumente é utilizada no plantio do milho, sendo que posteriormente serão adicionadas ainda maiores quantidades de ureia até a finalização do ciclo produtivo. Isso demonstra o potencial de reduções de reprodução de organismos como colêmbolos e outros organismos com eles relacionados, como observado por Ding *et al.* (2019), e deixa claro que a fertilização com ureia pode ter impactos a colêmbolos. mesmo em solo (Latosolo) com características de maior retenção da amônia (LOPES, 1998), sinalizando assim que mesmo retida aos coloides do solo a amônia pode causar impactos, ou que o nitrito e nitrato em solução também sejam possivelmente responsáveis pelo efeito, indo em discordância a Lohm *et al.* (1977) que atribui este efeito a amônia.

5.3 DIFERENÇA NA TOXICIDADE ENTRE ESPÉCIES E SOLOS

Neste estudo observou-se também que a adubação com ureia pode causar impactos de forma distinta à reprodução das espécies *F. candida* e *E. andrei*, sendo os efeitos negativos sobre reprodução das espécies também influenciados pelo tipo de solo.

Os resultados demonstraram que os organismos podem ter sensibilidades diferentes à ureia quando expostos a solos diferentes (Neossolo e Latossolo). Apesar do Neossolo não ser um solo considerado recomendado para a produção de milho, os resultados obtidos são de grande relevância, pois demonstram que solos contrastantes podem interferir de forma diferente no potencial tóxico da ureia sobre a

reprodução de organismos (Figuras 1 e 3; Tabelas 6 e 7). Além disso o Neossolo pode ser utilizado para a produção de outras culturas, como o arroz (*Oryza sativa*) (Santos *et al.* 2009), que também possui exigências de N para a sua produção; deste modo, apesar das doses deste trabalho estarem relacionados a cultura do milho, o mesmo demonstra que também devem ser investigadas as doses recomendadas para outras culturas agrícolas e se investigar os riscos que estas adubações podem trazer a fauna do solo.

No Latossolo, que é um solo amplamente utilizado e recomendado para o plantio de milho (ROSA *et al.*, 2017), a toxicidade para as minhocas foi 5 vezes menor quando comparado aos colêmbolos (com base nos valores de EC50 – Tabelas 6 e 7), visto que na maioria das doses a espécie se reproduziu sem interferência da substância, com número de juvenis similar ao controle (exceto para a dose 520 kg/ha). Por outro lado, para os colêmbolos, houve efeitos significativos em todas as doses testadas em Latossolo, provavelmente devido aos organismos serem mais sensíveis à presença da substância (Lohm *et al.*1977), nas condições deste estudo a dose estimada para redução de 50% da população foi de 62,4 kg/ha, o que demonstra o risco potencial desta atividade, devido a essa dose ser facilmente observada em diversas culturas agrônômicas. Por outro lado, em Neossolo, a toxicidade foi duas vezes maior para as minhocas, comparado aos colêmbolos. Neste sentido, torna-se ainda necessário realizar ensaios para verificar a dinâmica das formas de N nos diferentes solos após a aplicação da ureia, para assim melhor compreender as diferenças na toxicidade entre espécies/solos.

As características dos solos podem ter papel determinante no aumento da reprodução destes organismos. Algumas características, como a capacidade de troca de cátions (CTC), podem ter grande influência neste processo. Em geral, solos argilosos possuem alta CTC e solos arenosos baixa (LOPES, 1998), portanto, em solos com alta CTC pode haver maior retenção da ureia, e maior disponibilidade do nitrato (mais presente na solução do solo), muito suscetível a lixiviação, enquanto a amônia possui maior atração e é mais facilmente retida no solo (LOPES, 1998). As transformações de amônia a nitrato são ainda fonte potencial para diminuição de pH, como demonstrado na Tabela 5, onde são demonstradas as variações de pH iniciais e finais dos testes com colêmbolos e minhocas, para Latossolo e Neossolo, sendo que estes efeitos podem estar relacionados com a diminuição da reprodução

principalmente em Neossolo, onde são observados reduções significativas de pH ao final dos testes, sendo que está diminuição pode gerar sensibilidade ao organismo e limitar a sua reprodução, contribuindo para uma maior toxicidade.

Deste modo, é possível que fatores como a CTC, MO, pH e porcentagem de argila, que variaram entre os dois solos testados (Tabela 2), venham a interferir diretamente no potencial toxico da substância.

Segundo fichas de segurança, (Petrobras Distribuidora S.A 2019; Yara 2018) a ureia não apresenta dados sobre os riscos de toxicidade sobre a fauna edáfica, mas apenas resultados sobre toxicidade aquática. Apesar de as empresas realizarem os testes necessários para liberação do seu produto, fica evidente a necessidade de estudos com espécies não alvo representativas da fauna do solo, devido à grande quantidade de ureia empregada nas atividades agrícolas, e esta aplicação ocorrer predominantemente no solo e estes organismos estarem completamente exposto aos efeitos destas substâncias. Com base nestes tipos de ensaios, seria possível estabelecer dosagens máximas de aplicação, que permitam a reprodução destes organismos e que alcancem bons níveis de produtividade para as culturas.

Deste modo fica evidente também a necessidade de aprofundar os conhecimentos sobre o assunto, buscando-se avaliar o efeito tóxicos da ureia sobre organismos do solo em outros solos de importância agrônômica, como também o efeito de outras formulações de adubos químicos utilizados frequentemente nas culturas agrônômicas, assim como a determinação dos componentes presentes no solo durante a adubação (amônia, nitrito e nitrato) e suas variações durante o ciclo, para possivelmente se atribuir a toxicidade/ sensibilidade dos organismos a concentrações destes. Mostra-se ainda necessário a realização de testes de campo e semi- campo para avaliar os efeitos mais próximos possíveis ao ambiente natural.

6 CONCLUSÕES

- A ureia possui potencial de redução da reprodução de *F. candida* e *E. andrei* em Neossolo e Latossolo.
- As super-doses (520 e 608 kg/ha de ureia para Latossolo e Neossolo, respectivamente) simulando o dobro das expectativas de produção de produção de 10 toneladas de milho por ha impedem a reprodução de minhocas em ambos os solos.
- A toxicidade da ureia é maior em Neossolo para minhocas, e para colêmbolos no Latossolo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, P. R. L. et al. Seed dressing pesticides on springtails in two ecotoxicological laboratory tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. [s. l.],v. 105, p. 65-71, 2014.
- ANDA. **Os adubos e a eficiência das adubações** / J. C. Alcarde, J. A. Guidolin e A. S. Lopes – 3. ed. – São Paulo, ANDA,1998.35p.
- ANDA. PRINCIPAIS INDICADORES DO SETOR DE FERTILIZANTES. Disponível em: https://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Principais_Indicadores_2019-1.pdf. Acessado em: 29/03/2021.
- ARAÚJO , Ademir Sérgio Ferreira de; MONTEIRO , Regina Teresa Rosim. INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, July./Sept. 2007.
- BARETTA, D. *et al.* **Ecotoxicologia terrestre com ênfase na fauna edáfica**. In: NIVA, C.C. *Ecotoxicologia terrestre: métodos e aplicações dos ensaios com oligoquetas*. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 23-36. ISBN 978-85-7035-939-1.
- BAGLIANO, Roger Vinicius. PRINCIPAIS ORGANISMOS UTILIZADOS COMO BIOINDICADORES RELATADOS COM USO DE AVALIADORES DE DANOS AMBIENTAIS. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*.vol.2 n.1 | jul - dez 2012.
- BRASIL. **Decreto nº LEI No 6.894, de 14 de janeiro de 2004**. Capítulo I. BRASÍLIA, BRASIL, Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D4954.htm. Acesso em: 06 maio 2019.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375- 470.
- CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 47-53, 2004.
- COLEMAN; D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Madison: SSSA, 1994. p.3-21.
- CONAB. **ESTIMATIVA DA ÁREA, PRODUTIVIDADE E PRODUÇÃO DE GRÃOS SAFRAS 2018/19 E 2019/20**. Disponível em : <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acessado em : 29/03/2021.
- CORREIA, M. E. F. ; OLIVEIRA, Luís Cláudio Marques de . **Importância da Fauna de Solo para a Ciclagem de Nutrientes**. In: Adriana Maria de Aquino; Renato Linhares de Assis. (Org.). *Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta: Ferramentas para uma Agricultura Sustentável*. 1ed.Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, v. , p. 77-99.

DASH, Anshurekha. et al. TOXIC EFFECT OF UREA ON EARTHWORMS DETERMINED BY A SIMPLE PAPER CONTACT METHOD. *Innovare Journal of Agricultural Science*, Vol 6, Issue 1, 2018. ISSN- 2321-6832.

DING, Jing et al. Effects of long-term fertilization on the associated microbiota of soil collembolan. *Soil Biology and Biochemistry*. V. 130.p 141- 149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.12.015>

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN; J.W.; COLEMAN; D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Madison: SSSA, 1994. p.3-21. (SSSA. Special Publication, n.35).

ENVIRONMENTAL CANADA. Guidance Document on Statistical Methods for Environmental Toxicity Test. Environmental Protection Series, EPS 1/RM/46, Canada, Ottawa, 2007.

FAQUIN, Valdemar **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>. Acessado em: **29/03/2021**.

Instituto da Potassa & Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo / Tradução e adaptação de LOPES, Alfredo Scheid**. 2 ed., rev. e ampl. Piracicaba, 1998. 177 p.

ISO, 1999. Soil Quality – Inhibition of Reproduction of Collembola (*Folsomia candida*) by Soil Pollutants. International Organization for Standardization, Genève (ISO:11267).

ISO, 2012. Soil quality - Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) - Part 2: Determination of effects on reproduction. by Soil Pollutants. International Organization for Standardization, Genève (ISO:11268:2).

KLADIVKO, E.J.; TIMMENGA, H.J. Earthworms and agricultural management. In: BOX, J.E.; HAMMOND, L.C., eds. *Rhizosphere Dynamics*. Madison: ASA, 1990. p.192-216. (ASA. Selected Symposium, 113).

LOHM, Ulrik. et al. Effects of nitrogen fertilization on the abundance of enchytraeids and microarthropods in Scots pine forests. *STUDIA FORESTALIA SUECTCA*. N 140. ISSN 0039-3150. Universidade de Uppsala, Suécia, 1977.

LINDBERG, Niklas. et al. Effects of long-term nutrient fertilization and irrigation on the microarthropod community in a boreal Norway spruce stand. *Forest Ecology and Management*. N 188. p.125–135, 2004.

MARTINS, Isaac Silva. **DOSES, ÉPOCAS E MODOS DE APLICAÇÃO DA URÉIA COMUM E REVESTIDA NA CULTURA DO MILHO**. 2013. Dissertação (Mestre em agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2013.

OECD, 1984. Guideline for Testing of Chemicals No. 207: Earthworm Acute Toxicity Test. Organization for Economic Co-operation and Development, Paris.p.192-216. (ASA. Selected Symposium, 113).

Petrobras Distributional S.A.FISPQ – Ficha de informações de segurança de produtos químicos. 2019. Disponível em : <https://www.br.com.br/wcm/connect/63606d88-bce3-4ba3-99e6-802be97eb6fa/fispq-quim-ureia-premium.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IQUykbK>. Acessado em: 29/03/2021.

REETZ, Harold F. **Fertilizantes e seu uso eficiente/** Harold F. Reetz Jr; tradução: Alfredo Scheid Lopes- São Paulo: ANDA, 2017. 1º.ed.p.179. ISBN 979-10-92366-04-4.

ROSA, Ana Paula Schneid Afonso da. Et al. Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul : safras 2017/2018 e 2018/2019** / LXII Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho; XLV Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Sorgo, Sertão, RS, 17 a 19 de julho de 2017. – Brasília, DF : Embrapa, 2017. 209 p.ISBN: 978-85-7035-767-0

SAMAL, Suryasikha et al. Morpho-histological and enzymatic alterations in earthworms *Drawida willsi* and *Lampito mauritii* exposed to urea, phosphogypsum and paper mill sludge. Taylor & Francis Group CHEMISTRY AND ECOLOGY, 2017.V. 33, N. 8,p. 762–776. <https://doi.org/10.1080/02757540.2017.1357700>.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. et al. Os solos e a cultura de arroz. Rio de Janeiro: Embrapa arroz e feijão, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/574117/os-solos-e-a-cultura-do-arroz>.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos. et al. **O Novo Mapa de Solos do Brasil Legenda Atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2011. ISSN 1517-2627.Disponível em: . <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>. Acessado em: 29/03/2021.

SILVA, Douglas Ramos Guelfi. LOPES, Alfredo Scheid . **PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA FORMULAÇÃO E MISTURA DE FERTILIZANTES**. Boletim Técnico - n.º 89 - p. 1-46 ano 2012, Lavras/MG

SISINNO, C. L. S. *et al.* Importância e aplicações dos ensaios ecotoxicológicos com oligoquetas. *In*: NIVA, C.C. Ecotoxicologia terrestre: métodos e aplicações dos ensaios com oligoquetas. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 45-59. ISBN 978-85-7035-939-1.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Núcleo Regional Sul: Gráfica e Editora Pallotti, 2016. 376 p.

VEGRO, Celso Luis Rodrigues. Mercado de Fertilizantes: aumento das importações preocupa. Análises e Indicadores do Agronegócio. São Paulo, v. 13, n. 4, 02 abr. 2018. Mensal. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-16-2018.pdf>. Acesso em: 06 maio 2019.

VIEIRA, Rosana Faria. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília, DF : Embrapa, 2017. 1º ed. 163 p. ISBN 978-85-7035-780-9

XIAO, H et al. Single and joint effects of acetochlor and urea on earthworm *Eisenia foelide* populations in phaeozem. Environmental Geochemistry and Health. V.26.p.277–283, 2004.

YAMADA ,Tsuiooshi. ABDALLA, Silvia Regina Stipp e . INFORMAÇÕES RECENTES PARA OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS. N 117 MARÇO/2007

YARA. Ficha de informações de segurança de produtos químicos. 2018. Disponível em : http://chemmate3.yara.com/SDS/search_advanced.aspx?Location=565eab2da02ad4ed0000&Date=30%2f3%2f2021-1%3a27%3a58. Acessado em: 29/03/2021.

ANEXO A

Laboratório de Análise de Solos

Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos
e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas



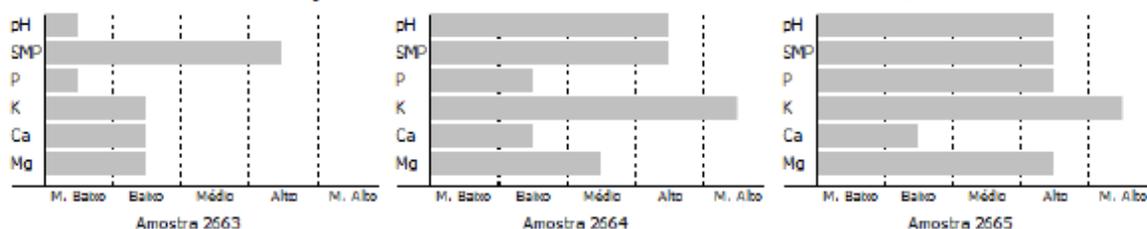
Relatório de Análise Química de Solo

Produtor...: PAULO ROGER LOPE ALVES - CPF 054.636.989-88
 Localidade...: RUA SETE DE SETEMBRO, 259 - D BAIRRO PRESIDENTE MÉDICE
 Município...: CHAPECÓ - SC
 Remetente...: PAULO ROGER LOPE ALVES
 Município...: CHAPECÓ - SC
 Matrícula...:
 Data Entrada: 23/04/2018
 Data Análise: 30/04/2018
 Data Emissão: 28/05/2018
 Análise...: Particular

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	% Argila m/v	pH-Água 1:1	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	% M.O. m/v	Al cmolc/dm ³	Ca cmolc/dm ³	Mg cmolc/dm ³
2663	NEO-UFFS-2	--	15	4,6	6,3	4,1	40,0	2,2	0,3	0,5	0,4
2664	SAT-UFFS-1	--	15	6,1	6,6	20,0	388,0	1,4	0,0	1,3	0,9
2665	SAT-UFFS-2	--	23	6,2	6,9	26,8	456,0	1,4	0,0	1,0	1,3

Nº Lab.	Ref.	H + Al cmolc/dm ³	CTC pH7.0 cmolc/dm ³	Al (valor m)	% saturação na CTC a pH7.0				Relações		
					Bases	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
2663	NEO-UFFS-2	3,09	4,09	21,86	24,51	2,50	12,22	9,78	1,25	4,89	3,91
2664	SAT-UFFS-1	2,10	5,29	0,00	60,35	18,76	24,57	17,01	1,44	1,31	0,91
2665	SAT-UFFS-2	1,50	4,97	0,00	69,74	23,47	20,12	26,16	0,77	0,86	1,11

Interpretação dos Resultados das Análises para Culturas do Grupo 2



METODOLOGIAS: Argila - densimetria; pH água e SMP - potenciómetria; P - Mehlich-1/ colorimetria; K - Mehlich-1/fotometro de chama; MO - espectroscopia; Al, Ca e Mg - KCl/ espectrofotometria de absorção atômica; Os demais parâmetros são obtidos por cálculo.


 EVANDRO SPAGNOLLO
 Eng.-Agr. Dr. CREA-SC 53.652-8
 Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
 5B7023DD-9205-4536-81AB-19FDF84F3A3C
 Confira os dados do laudo em:
<http://solosch.epagri.sc.gov.br/>

Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar - Cepaf
 Servidão Ferdinando Tusset, s/nº, São Cristóvão, C.P. 791
 89.801-970 - Chapecó, SC
 Fone: (49) 2049-7570 e 2049-7581
 E-mail: labsolosch@epagri.sc.gov.br

ANEXO B



Governo do Estado de Santa Catarina
Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



Laboratório de Análise de Solos

Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos
e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas



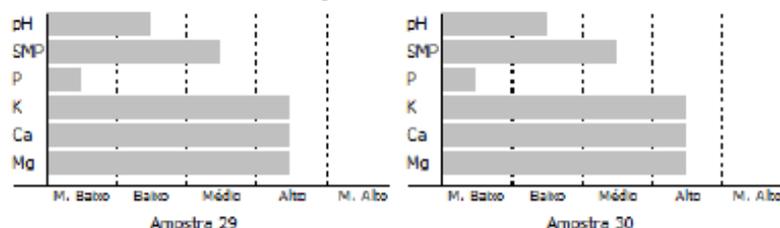
Relatório de Análise Química de Solo

Produtor...: PAULO ROGER LOPES ALVES - CPF 054.636.989-88
Localidade...: RUA SETE DE SETEMBRO, 259 - D BAIRRO PRESIDENTE MÉDICE
Município...: CHAPECÓ - SC
Remetente...: PAULO ROGER LOPES ALVES
Município...: CHAPECÓ - SC
Matrícula...:
Data Entrada: 30/01/2019
Data Análise: 06/02/2019
Data Emissão: 07/02/2019
Análise.....: Particular

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	% Argila m/v	pH-Água 1:1	Índice SMP	P mg/dm³	K mg/dm³	% M.O. m/v	Al cmolc/dm³	Ca cmolc/dm³	Mg cmolc/dm³
29	ADR1	--	40	5,4	5,6	5,5	220,0	2,6	0,2	8,1	1,7
30	ADR2	--	41	5,4	5,8	2,5	224,0	3,8	0,0	8,7	1,8

Nº Lab.	Ref.	H + Al cmolc/dm³	CTC pH7.0 cmolc/dm³	Al (valor m)	% Saturação na CTC a pH7.0				Relações		
					Bases	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
29	ADR1	6,59	16,97	1,89	61,18	3,32	47,89	9,98	4,80	14,44	3,01
30	ADR2	5,42	16,50	0,00	67,13	3,47	52,86	10,80	4,90	15,23	3,11

Interpretação dos Resultados das Análises para Culturas do Grupo 2



METODOLOGIAS: Argila - densimetria; pH água e SMP - potenciometria; P - Mehlich-1/ colorimetria; K - Mehlich-1/fotometro de chama; MO - espectroscopia; Al, Ca e Mg - KCl/ espectrofotometria de absorção atômica; Os demais parâmetros são obtidos por cálculo.

EVANDRO SPAGNOLLO
Eng.-Agr. Dr. CREA-SC 53.652-8
Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
3A2CE827-24AC-4165-9A3B-4F8BC48458D4
Confira os dados do laudo em:
<http://solosch.epagri.sc.gov.br/>

Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar - Cepaf
Servidão Ferdinando Tusset, s/nº, São Cristóvão, C.P. 791
89.801-970 - Chapecó, SC
Fone: (49) 2049-7570 e 2049-7581
E-mail: labsolosch@epagri.sc.gov.br

ANEXO C



Governo do Estado de Santa Catarina
Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



Laboratório de Análise de Solos

Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos
e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas

Relatório de Análise Física do Solo

Produtor...: PAULO ROGER LOPES ALVES - CPF 054.636.989-88
Localidade...: RUA SETE DE SETEMBRO, 259 - D BAIRRO PRESIDENTE MÉDICE
Município...: CHAPECÓ - SC
Remetente...: PAULO ROGER LOPES ALVES
Município...: CHAPECÓ - SC
Matrícula...:
Data Entrada: 30/01/2019
Data Análise: 05/02/2019
Data Emissão: 07/02/2019
Análise.....: Particular

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	Análise Granulométrica (%)			Zonamento Agrícola
			Argila	Areia	Silte	Tipo de Solo
29	ADR1	--	34,5	31,4	34,1	SOLO TIPO 2
30	ADR2	--	36,5	31,6	31,9	SOLO TIPO 3

Metodologias: Argila - determinada por densimetria; Areia - determinada por gravimetria;
Silte - determinado por calculo matemático.

EVANDRO SPAGNOLLO
Eng.-Agr. Dr. CREA-SC 53.652-8
Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
D63F3B24-9004-4E46-A901-DBD76020B54A
Confira os dados do laudo em:
<http://solosch.epagri.sc.gov.br/>

Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar - Cepaf
Servidão Ferdinando Tusset, s/nº, São Cristóvão, C.P. 791
89.801-970 - Chapecó, SC
Fone: (49) 2049-7570 e 2049-7581
E-mail: labsolosch@epagri.sc.gov.br

ANEXO D



Governo do Estado de Santa Catarina
Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



Laboratório de Análise de Solos

Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos
e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC - Rolas

Relatório de Análise Física do Solo

Produtor...: PAULO ROGER LOPE ALVES - CPF 054.636.989-88
Localidade...: RUA SETE DE SETEMBRO, 259 - D BAIRRO PRESIDENTE MÉDICE
Município...: CHAPECÓ - SC
Remetente...: PAULO ROGER LOPE ALVES
Município...: CHAPECÓ - SC
Matrícula...:
Data Entrada: 23/04/2018
Data Análise: 30/04/2018
Data Emissão: 28/05/2018
Análise.....: Particular

Nº Lab.	Ref.	Área (ha)	Análise Granulométrica (%)			Zonamento Agrícola
			Argila	Areia	Silte	Tipo de Solo
2660	LATO-UFFS-1	--	54,3	6,4	39,3	SOLO TIPO 3
2661	LATO-UFFS-2	--	64,3	4,5	31,2	SOLO TIPO 3
2662	NEO-UFFS1	--	8,3	93,5	-1,8	-
2663	NEO-UFFS-2	--	8,3	94,1	-2,4	-
2664	SAT-UFFS-1	--	14,3	67,2	18,5	SOLO TIPO 1
2665	SAT-UFFS-2	--	14,3	67,2	18,5	SOLO TIPO 1

Metodologias: Argila - determinada por densimetria; Areia - determinada por gravimetria;
Silte - determinado por cálculo matemático.

EVANDRO SPAGNOLLO
Eng.-Agr. Dr. CREA-SC 53.652-8
Responsável Técnico

Selo digital de fiscalização de laudo
B506ED38-32D7-45BA-AC23-A5D0B8C0F721
Confira os dados do laudo em:
<http://solosch.epagri.sc.gov.br/>

Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar - Cepaf
Serviço Ferdinando Tusset, s/nº, São Cristóvão, C.P. 791
89.801-970 - Chapecó, SC
Fone: (49) 2049-7570 e 2049-7581
E-mail: labsolosch@epagri.sc.gov.br