



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

CAMILA LAGO PINHEIRO

CANA-DE-AÇÚCAR: O USO DE FERTILIZANTES E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

Goiânia

2022

CAMILA LAGO PINHEIRO

CANA-DE-AÇÚCAR: O USO DE FERTILIZANTES E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

Monografia apresentada à Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito parcial à obtenção do título de (Bacharel) em Ciências Biológicas.

Orientador: Francisco Leonardo Tejerina Garro

Goiânia

2022

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS BACHARELADO

BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA

Aluna: CAMILA LAGO PINHEIRO

Orientador: Prof. Dr. Francisco Leonardo Tejerina Garro

Membros:

1. Hélder Lúcio Rodrigues Silva

2. Jales Teixeira Chaves Filho

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer aos meus pais Deisy Lago Souza e Wanziel Souza Santos que se dedicaram ao máximo para que eu pudesse chegar até o fim da graduação e que contribuíram do jeito que conseguiram, principalmente financeiramente, para me manter em um outro estado me dedicando somente aos estudos sem a necessidade de trabalhar para poder me sustentar. Agradeço também ao ProUni que possibilitou minha ingresso com bolsa de 100% na PUC me proporcionando o privilégio de estudar em uma Universidade renomada que é reconhecida internacionalmente.

Quero agradecer também a todos os meus amigos que não necessariamente contribuíram para a construção desse trabalho mas ajudaram a aliviar todo o percurso de desenvolvimento do trabalho e também tornaram mais leve a minha caminhada na universidade. Agradeço principalmente a minha melhor amiga Erika Hemilly Almeida Ferreira que veio do Pará para morar comigo e me ajudou a me distrair da minha ansiedade de todos os dias. Agradeço a todos os meus colegas da faculdade principalmente ao Igor Gerolineto Alves e a Isabelly Rodrigues Batista por sempre me apoiarem, acreditarem em mim e estarem comigo desde o primeiro semestre da faculdade. Agradeço também a minha atual coordenadora de curso Mariana Pires de Campos Telles que mesmo sem perceber me ajudou muito em todo meu desenvolvimento pessoal e profissional dentro da faculdade e agora nessa reta final. Agradeço antecipadamente aos professores Nelson Jorge da Silva Jr e Jales Teixeira Chaves Filho por aceitarem participar da minha banca. Por fim, agradeço ao meu orientador Francisco Leonardo Tejerina Garro por toda a atenção e dedicação ao me orientar em cada detalhe desse trabalho, serei eternamente grata.

RESUMO

O uso excessivo de fertilizantes minerais na cultura de cana-de-açúcar pode causar problemas ambientais relacionados com a qualidade do solo, água e ar. Este trabalho buscou caracterizar os fertilizantes utilizados nessa cultura e os impactos associados a ela através da literatura científica. Para isso, foram realizadas buscas no Google Acadêmico utilizando palavras-chaves específicas e selecionando somente literaturas científicas que incluíam visitas a campo e relatavam os impactos ambientais. As informações retiradas da literatura científica para serem analisadas foram ano, local (país), bioma, tipo de solo, variedade cultivada, marca do fertilizante, concentração de macronutrientes e micronutrientes, unidade de medida da aplicação do fertilizante (unidades de massa por unidade de área), formulação utilizada, tipo de impacto ambiental descrito, tipo de micronutriente, concentração do micronutriente. Os resultados indicaram que o formato de publicação mais realizado sobre o tema foi artigo, os anos que se destacaram foram 2011, 2012, 2016 e 2019, o país que mais publicou foi o Brasil podendo estar relacionado com a região e o tipo de solo mais utilizado que foi a tropical e o latossolo vermelho. Além disso, as variedades cultivadas foram diversificadas para cada trabalho, o componente químico mais utilizado como fertilizante foi a ureia que está diretamente relacionada ao impacto ambiental mais citado na literatura científica que foram os gases de efeito estufa. Conclui-se que a produção científica sobre o tema é reduzida além de que um dos problemas mais associados ao uso de fertilizantes são os gases de efeito estufa.

Palavras-chave: Ureia, latossolo vermelho, região tropical, gases de efeito estufa

ABSTRACT

The excessive use of mineral fertilizers in sugarcane cultivation can cause environmental problems related to soil, water, and air quality. This work aimed to characterize the fertilizers used in this crop and the impacts associated with it through the scientific literature. For this, Google Scholar searches were performed using specific keywords and selecting only scientific literature that included field visits and reported environmental impacts. The information taken from the scientific literature to be analyzed were year, place (country), biome, soil type, cultivated variety, fertilizer brand, concentration of macronutrients and micronutrients, unit of measurement of fertilizer application (units of mass per unit of area), formulation used, type of environmental impact described, type of micronutrient, concentration of micronutrient. The results indicated that the most accomplished publication format on the subject was article, the years that stood out were 2011, 2012, 2016 and 2019, the country that most published was Brazil, which may be related to the region and the type of soil most used which was the tropical and the red latosol. In addition, the cultivated varieties were diversified for each work, the chemical component most used as fertilizer was urea, which is directly related to the most cited environmental impact in the scientific literature, which were greenhouse gases. It is concluded that the scientific production on the subject is reduced, in addition to the fact that one of the problems most associated with the use of fertilizers is greenhouse gases.

Keywords: Urea, red oxisol, tropical region, greenhouse gases

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	14
3	METODOLOGIA	15
4	RESULTADOS	16
5	DISCUSSÃO	20
6	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma gramínea semiperene da família Poacea, que tem como característica a produção de açúcares, como sacarose, glicose e frutose, que se acumulam em seus colmos (FONTANETTI & BUENO, 2017; DE MATOS; SANTOS; EICHLER, 2020). Elas são normalmente grandes podendo chegar à altura de 2 a 6 metros quando adultas (HANRY, 2010), são acostumadas a muita água, altos índices solares e altas temperaturas, por isso são normalmente cultivadas nos países localizados nas regiões tropicais e subtropicais (MOORE; PATERSON; TEW, 2013). A planta em sua parte aérea tem folhas verdes que possuem uma umidade de 80% a 88% e em sua parte inferior folhas seca contendo uma umidade de 18% a 30%. Seu ciclo fotossintético é o C₄, suas folhas são em forma de lança e ela possui em torno de 57% de água em sua composição, sendo que o restante é dividido em palha, bagaço e açúcar (DE MATOS; SANTOS; EICHLER, 2020).

É uma planta utilizada para a produção de açúcar industrial e do etanol, possuindo assim uma importância alimentar e energética para os países, além de ter grande relevância econômica principalmente para aqueles países que a produzem em larga escala para exportação (MOORE; PATERSON; TEW, 2013). Durante muitos anos se buscou a origem dessa planta e atualmente a Papua - Nova Guiné é considerada o seu país de origem, pois é o único lugar que ainda se é encontrado as espécies originais da cana-de-açúcar que são a *Saccharum spontaneum* e *Saccharum robustum* (MORAIS *et al.*, 2015; DE MATOS; SANTOS; EICHLER, 2020).

A domesticação da cana-de-açúcar também se iniciou na Nova Guiné, onde ela começou a ser extraída aproximadamente em 800 a. C., sua dispersão ocorreu para o Sudoeste Asiático onde a planta iniciou seu processo de hibridização (DENHAM, 2011; MOORE; PATERSON; TEW, 2013). Todo esse processo de domesticação da espécie fez com que na Índia originasse uma nova variedade da planta a *S. barberi* e na China surgisse a *S. sinense* (DE MATOS; SANTOS; EICHLER, 2020). Atualmente, todas as espécies cultivadas de cana-de-açúcar são híbridas interespecíficas, que surgiram a partir de anos de cruzamento entre as espécies originais e diversas variedades como *S. officinarum*, *S. barberi* e *S. sinense* (DENHAM, 2011; MOORE; PATERSON; TEW, 2013).

A produção do açúcar se desencadeou na Índia em 100-500 a. C., sendo o primeiro país a conseguir produzir cristais de açúcar bruto a partir do caldo da cana-

de-açúcar, dessa forma se iniciou o consumo e a comercialização desse produto. Em vista disso foi possível transportar o produto para lugares distantes, dado que sua conservação foi melhorada e reduzido o volume a ser transportado. Assim a cana-de-açúcar foi se espalhando por diversos países e continentes como Egito (África), Espanha, Veneza (Europa) e posteriormente no século XV e XVI foi para as Ilhas da Madeira e Canárias (DE MATOS; SANTOS; EICHLER, 2020).

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil ainda na época colonial em 1515 e as mudas vieram diretamente da Ilha da Madeira em Portugal. Os portugueses vislumbraram uma oportunidade de promover o cultivo dessa planta em terras brasileiras para se beneficiar economicamente e ainda povoar a colônia. A produção do açúcar no Brasil se iniciou em 1530 a 1540 em pequenos engenhos movidos por bois e cavalos (CHEAVEGATTI-GIANOTTO *et al.*, 2011; DE MATOS; SANTOS; EICHLER, 2020). Por isso, é notório que a cana-de-açúcar está muito vinculada à história do Brasil colonial e ao seu desenvolvimento econômico ao longo dos anos, sendo um produto muito comercializado que contribui para o crescimento e desenvolvimento do país (FRANCISCO, 2020).

Atualmente a cana-de-açúcar é usada como commodity comercial em muitos países, ou seja, usam ela como produto para exportar e movimentar a economia do país. Em vista disso, a sua produção está relacionada a cerca de 100 países, com uma área total de 23,8 milhões de hectares, representando aproximadamente 1,5% de toda a área agrícola do mundo (MOORE; PATERSON; TEW, 2013). Em 2019 os países que foram responsáveis por 70% da produção mundial da cana de açúcar foram o Brasil, Índia, China e Tailândia, sendo que o Brasil é responsável por 30% dessa produção (DE MATOS; SANTOS; EICHLER, 2020).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021) as regiões Sudeste e Centro-Oeste são as que mais produzem cana-de-açúcar no Brasil, com produção estimada para 2021 de 520.882,7 mil toneladas. Os estados localizados nessas duas regiões que mais têm destaque são, por ordem, São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2021). A produção da cana-de-açúcar está associada aos seguintes produtos: açúcar, combustível e eletricidade pelo uso de resíduos (bagaço) em usinas termoelétricas (BOSCHIERO *et al.*, 2020).

A cana-de-açúcar é uma planta que possui diferentes produtividades dependendo do solo em que ela for cultivada. Para que os produtores possam plantá-la é

necessário ser feito uma análise da fertilidade do solo, para determinar os nutrientes disponíveis para a planta e qual será a adubação correta a se fazer (MENDES, 2006; SOOMRO *et al.*, 2021).

Para a adubação são utilizados os denominados fertilizantes, que são definidos como substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes de plantas (BRASIL, 2004). Os fertilizantes podem ser divididos em minerais, os quais podem ser inorgânicos de origem natural ou sintética, que consigam fornecer um ou mais nutrientes para as plantas, orgânicos, que são constituídos por matéria orgânica de origem industrial (agroindústria) e fertilizante sintéticos organominerais que são uma combinação dos fertilizantes minerais e orgânicos. Os elementos que estão presente nesses fertilizantes são divididos em macronutrientes (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, enxofre e magnésio) e micronutrientes (boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, sódio, silício e cobalto (DIAS & FERNANDES, 2006).

A cana-de-açúcar é uma planta que tem a necessidade de consumir muitos nutrientes do solo, logo não pode faltar nenhum nutriente para que ela consiga se desenvolver corretamente e haja uma boa produção agrícola (DIAS & FERNANDES, 2006; SOOMRO *et al.*, 2021). Normalmente os micronutrientes não precisam ser repostos com grande frequência, mas os macronutrientes são mais comuns de estarem em quantidades insuficiente para a planta, por isso é preciso de uma suplementação com os fertilizantes (DE OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Para que se faça uma adubação correta é preciso seguir a lei do mínimo e do máximo. A lei do mínimo diz que o desenvolvimento da planta é limitado quando o nutriente que ela está mais necessitando está em menor quantidade no solo. Por isso, se a planta for adubada somente com os nutrientes que ela não está necessitando no momento, ela não irá utilizar eles e seu crescimento será interrompido. Então, para que haja uma boa produtividade a planta precisa ser adubada de acordo com a sua necessidade (LOPES & GUILHERME, 2007; SILVA *et al.*, 2010; DE OLIVEIRA, 2018). Por outro lado, há a lei do máximo que é quando a planta é adubada em maior quantidade de um nutriente específico, isso faz com que a produtividade seja prejudicada pois o excesso de um único nutriente prejudica a eficiência dos outros (VAN RAIJ, 1981; RECH *et al.*, 2012).

Os macronutrientes que são mais comuns de faltarem no solo e que são essenciais para o desenvolvimento da cultura são o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), por isso que a fórmula básica dos fertilizantes é NPK (DIAS & FERNANDES, 2006; DE OLIVEIRA *et al.*, 2007; SOOMRO *et al.*, 2021). Além disso, para se ter uma cultura com uma alta produtividade é preciso adicionar uma quantidade certa de fertilizantes para que não haja falta ou excesso desses nutrientes (DE OLIVEIRA *et al.*, 2007; SOOMRE *et al.*, 2021).

O potássio (K) é o primeiro nutriente mais absorvido pela cana-de-açúcar, contribuindo no controle da hidratação e das doenças na planta (DIAS & FERNANDES, 2006; MENDES, 2006; DE OLIVEIRA *et al.*, 2007). Ele está disponível no solo em diversas formas, sendo elas o K em solução, K trocável, K não-trocável e K estrutural. Os potássios que podem ser absorvidos pela planta são os K em solução e os K trocáveis. Porém, como as plantas consomem muito desse nutriente é preciso que o K não-trocável fique disponível em forma de K trocável para conseguir equilibrar a disponibilidade de potássio no solo. Por isso, é importante analisar a disponibilidade de todas as formas de potássio para que seja feita uma adubação na quantidade certa (KAMINSKI *et al.*, 2007; WERLE; GARCIA; ROSOLEM, 2008; ROSOLEM; VICENTINI; STEINER, 2012).

O nitrogênio (N) é o segundo nutriente mais absorvido pela cana-de-açúcar e ele auxilia no crescimento e longevidade das folhas da planta, além de estar presente nos ácidos nucleicos, proteínas e outras estruturas moleculares (DIAS & FERNANDES, 2006; MENDES, 2006; BOSCHIERO *et al.*, 2020). A disponibilidade de nitrogênio no solo está relacionada com a matéria orgânica, por isso que a matéria orgânica é a principal fonte de nitrogênio para as plantas. As plantas absorvem somente o nitrogênio em sua forma inorgânica, por isso todo o nitrogênio disponível na forma orgânica é transformado em inorgânico com a ajuda dos microrganismos presentes no solo (GIANELLO *et al.*, 2000; WEBER & MIELNICZUK, 2009). A concentração de nitrogênio e potássio precisa ser adequada, pois elas estão muito correlacionadas, então se houver uma indisponibilidade de potássio na planta será reduzido a absorção do nitrato no solo (DE OLIVEIRA *et al.*, 2007).

O fósforo (P) possui funções importantes para o desenvolvimento da cana-de-açúcar mesmo que ele seja absorvido em quantidades menores pela planta em comparação com o K e o N. Ele está presente na produção de sacarose, no crescimento das raízes, no auxílio do armazenamento de energia das células, entre

outras funções (DIAS & FERNANDES, 2006; KORNDÖRFER & MELO, 2009). O fósforo é um nutriente muito abundante no meio ambiente, porém é o segundo elemento que mais limita a produção agrícola, visto que a maioria dos solos tropicais são precários nesse nutriente por ele possuir uma solubilidade baixa não se integrando muito com o solo (GATIBONI *et al.*, 2003; SOUSA & KORNDÖRFER, 2011; MARDAMOOTOO; DU PREEZ; BARNARD, 2021). Então para que se possa ter uma produção agrícola lucrativa é preciso que seja utilizado a adubação fosfatada que muitas vezes é aplicada em grandes quantidades na cultura (SOUSA & KORNDÖRFER, 2011).

Os fertilizantes minerais podem conter em sua composição elementos químicos chamados de oligominerais ou de elementos traço, esse grupo de elementos é composto por metais pesados, metaloides, micronutrientes e outros elementos (MOLINA *et al.*, 2009). Os metais pesados podem entrar no meio ambiente de forma natural ou antrópica, sendo que os fertilizantes minerais fosfatados são uma das formas antrópicas de chegar ao meio ambiente (CHERAGHI; LORESTANI; MERRIKHPOUR, 2012). Os fertilizantes P possuem uma concentração mais elevada desses elementos em comparação com os fertilizantes nitrogenados e potássicos (MOLINA *et al.*, 2009; CHERAGHI; LORESTANI; MERRIKHPOUR, 2012; VERBEECK; SALAETS; SMOLDERS, 2020). Os níveis de metais pesados nesses fertilizantes variam dependendo da sua origem e matéria prima, além de que em países com uma fiscalização baixa a dose de metais pesados nos fertilizantes podem ser alta (CHERAGHI; LORESTANI; MERRIKHPOUR, 2012; NACKE *et al.*, 2013).

A produção da cana-de-açúcar gera diversos impactos ao meio ambiente ligados a utilização de fertilizantes que influenciam na qualidade do solo, da água e do ar. A utilização em excesso de fertilizantes minerais fosfatados nas culturas vegetais ao longo dos anos implica no acúmulo de metais pesados no solo, contribuindo para um impacto na saúde ambiental e humana (MOLINA *et al.*, 2009; NACKE *et al.*, 2013; VERBEECK; SALAETS; SMOLDERS, 2020). Neste sentido, no Brasil se aplica 1,8 kg P/ano per capita, o dobro do limite sugerido por pesquisadores da área, que é de 0,9 kg P/ano per capita, o que coloca este país como o maior consumidor de P do mundo (SIPERT & COHIM, 2020). Neste contexto, os elementos que devem receber maior atenção nas concentrações em fertilizantes devido a sua toxicidade são As, Cd e Pb, sendo que o Cd é um dos elementos que no solo tem um potencial de aumento maior, pois sua concentração natural no solo é baixa em

comparação com As e Pb (VERBEECK; SALAETS; SMOLDERS, 2020). Além disso, os metais pesados também podem ser lixiviados para os cursos d'água e se acumularem nos sedimentos, animais e plantas (NACKE *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2015).

Por outro lado, a utilização de fertilizantes fosfatados e nitrogenados em excesso pode causar um impacto negativo na qualidade das águas que drenam plantações de cana-de-açúcar. Esses nutrientes são lixiviados para os cursos d'água, gerando um aumento de suas concentrações na água que ocasionará eutrofização (BLUM *et al.*, 2013; SIPERT & COHIM, 2020). A eutrofização é um excedente de nutriente na água que faz com que as algas se proliferem e consumam a maior parte do oxigênio disponível, provocando a morte de diversos peixes pela falta de oxigênio (KLEIN & AGNE, 2012; ZANINI, 2000). As concentrações de P na água são ainda mais preocupantes, pois ele é um nutriente limitante e sua presença em grande quantidade acelera o processo de eutrofização (BLUM *et al.*, 2013).

A emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) também está relacionado com o uso de fertilizantes, visto que as atividades agrícolas emitem 20% dos GEE para a atmosfera. O gás emitido é o óxido nitroso (N_2O) que está relacionado com o uso de fertilizantes nitrogenados, isto é, quando esses nutrientes são adicionados ao solo, eles sofrem reações químicas (desnitrificação ou de nitrificação) realizadas por microrganismos que liberam o óxido nitroso na atmosfera. A concentração de N_2O na atmosfera é baixa quando comparado com o CO_2 que é o GEE mais abundante, porém a influência do N_2O no processo de aquecimento global é maior aliada ao seu tempo de vida na atmosfera que é de 114 anos (ZOTELLI, 2012; SIGNOR, 2010; DE ALMEIDA *et al.*, 2015).

2 OBJETIVOS

Objetivo geral

Caracterizar os fertilizantes utilizados em culturas de cana-de-açúcar e os seus impactos no ambiente a partir da literatura científica disponível no buscador Google Acadêmico.

Objetivos específicos

1. Levantar através da bibliografia o uso de macronutrientes (N, P e K) e micronutrientes como fertilizantes na produção de cana-de-açúcar;
2. Levantar os impactos ambientais causados pelo uso de fertilizantes em plantações de cana-de-açúcar.

Hipóteses:

Espera-se que haverá numerosos trabalhos relacionados com o uso de micronutrientes e macronutrientes como fertilizantes da cana-de-açúcar e os impactos ambientais causados pelo uso desses fertilizantes.

3 METODOLOGIA

A busca da literatura científica foi realizada utilizando o buscador Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br>). Este buscador disponibiliza a maioria de literatura de forma gratuita, diferentemente de outras como Web of Science e Scopus. Ele busca literatura de várias áreas do conhecimento e em diversos idiomas, incluindo o português. O Google Acadêmico por abranger uma grande quantidade de artigos e revistas é uma opção fácil para realizar uma análise geral da literatura disponível (BROPHY & BAWDEN, 2005; FALAGAS *et al.*, 2008).

A busca da literatura científica ocorreu através da utilização de cada palavra-chave (“macronutriente”, “micronutriente”, “N”, “P”, “K”, “fertilizante mineral”, “cana-de-açúcar”, “impacto ambiental”, “fertilizante nitrogenado”, “fertilizante potássico”, “fertilizante fosfatado” e “cultivo”) combinada com palavras fixas (“impacto ambiental” e “cana-de-açúcar”). As buscas foram realizadas na língua inglesa e portuguesa. A literatura coletada abrange o período de 2001 a 2021. Para a consulta da literatura foram considerados artigos, teses e dissertações. A literatura selecionada passou por uma triagem, isto é, foi selecionada somente aquela literatura que incluía experimentos ou visitas a campo e que mencionaram impactos ambientais decorrente do uso dos fertilizantes.

As informações coletadas de cada literatura foram: ano, local (país) de realização do trabalho, bioma, tipo de solo, variedade cultivada, marca do fertilizante, concentração de macronutrientes e micronutrientes, unidade de medida da aplicação do fertilizante (unidades de massa por unidade de área), formulação utilizada, tipo de impacto ambiental descrito.

Para a quantificação dos dados extraídos foi preciso organizar os metadados em planilhas do Excel e posteriormente analisá-los utilizando estatística descritiva calculando a frequência relativa de cada variável coletada.

4 RESULTADOS

Através da metodologia foram consideradas 15 literaturas científicas que continham as informações procuradas, dessas oito eram artigos (53,3%), três dissertações (20%) e quatro eram teses (26,7%; Figura 1A). Os anos de publicação foram de 2001 a 2021 com maiores publicações em 2011, 2013, 2016 e 2019, cada um representando 13,3% (Figura 1B), sendo que desses quatro anos listados o Brasil publicou em três deles. A maioria das publicações tem como país o Brasil (60,0%; Figura 1C) enquanto a minoria tem o México (6,7%; Figura 1C).

A região mais citada entre a literatura científica analisada foi a tropical com 26,7%, sendo que 46,7% das bibliografias não citavam em qual região foi realizado os experimentos (Figura 2A). Os tipos de solo no total foram 13 e entre eles o latossolo vermelho foi o solo mais citado entre as bibliografias utilizadas com 20% (Figura 2B). As variedades de espécie cultivada não foram repetidas em nenhuma literatura científica, sendo que 53,3% delas não informaram a variedade que foi utilizada (Figura 2C).

Os componentes químicos usados para realizar os experimentos de fertilização foram diversos, sendo a ureia (48%) e o nitrato de amônio (24%) os mais utilizados nos ensaios (Figura 3A), além disso não foram encontradas literaturas científicas utilizando os micronutrientes. Os tipos de impacto ambiental relatados nas literaturas científicas na sua maioria foram de gases de efeito estufa (73,3%; Figura 3B).

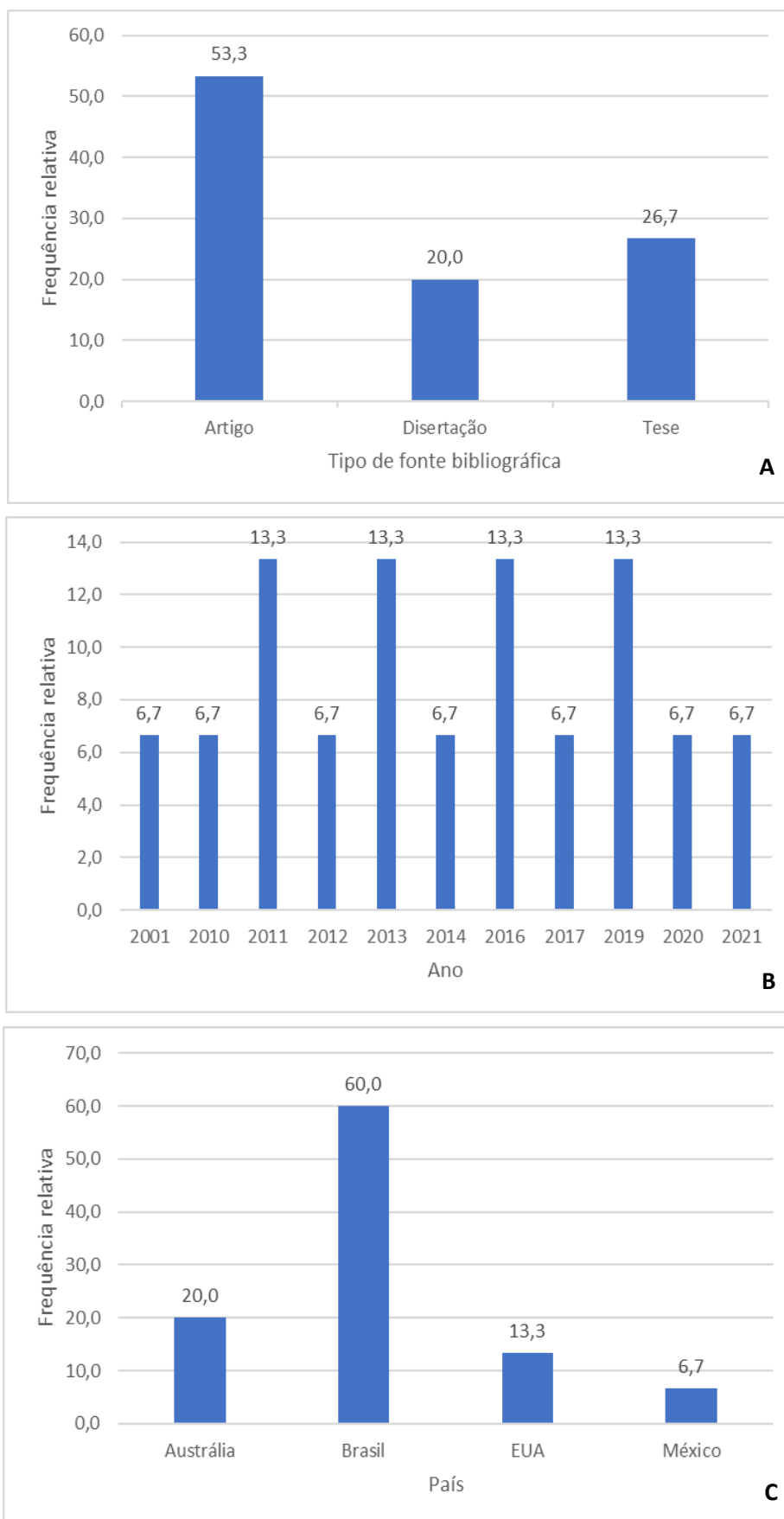


Figura 1: A frequência relativa de três variáveis dos trabalhos triados por tipo de fonte bibliográfica (A), ano de publicação do trabalho (B) e o país em que foi realizado o experimento (C).

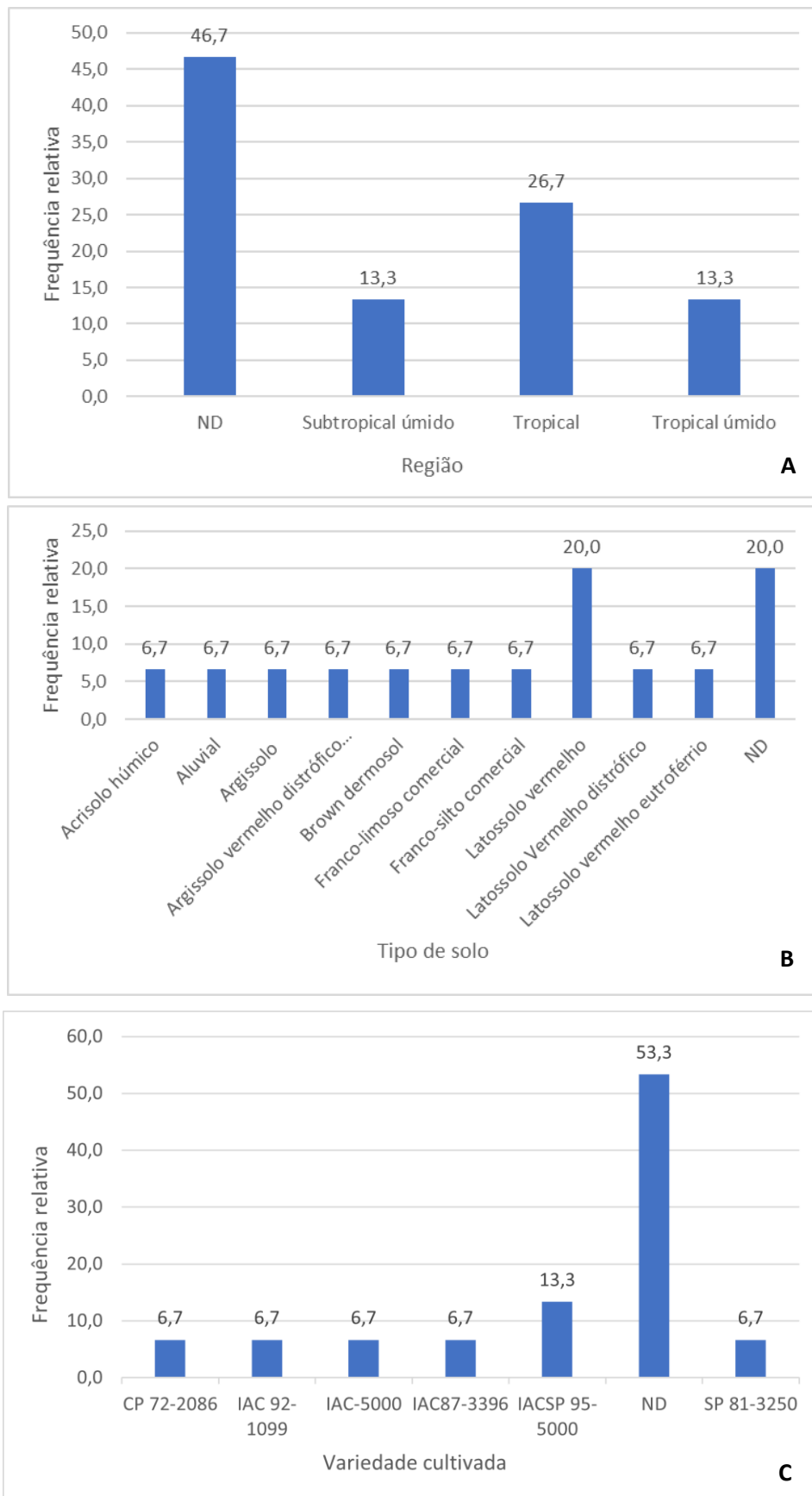


Figura 2: Frequência relativas das variáveis região (A), tipo de solo (B) e variedade cultivada (C). ND= Não disponível

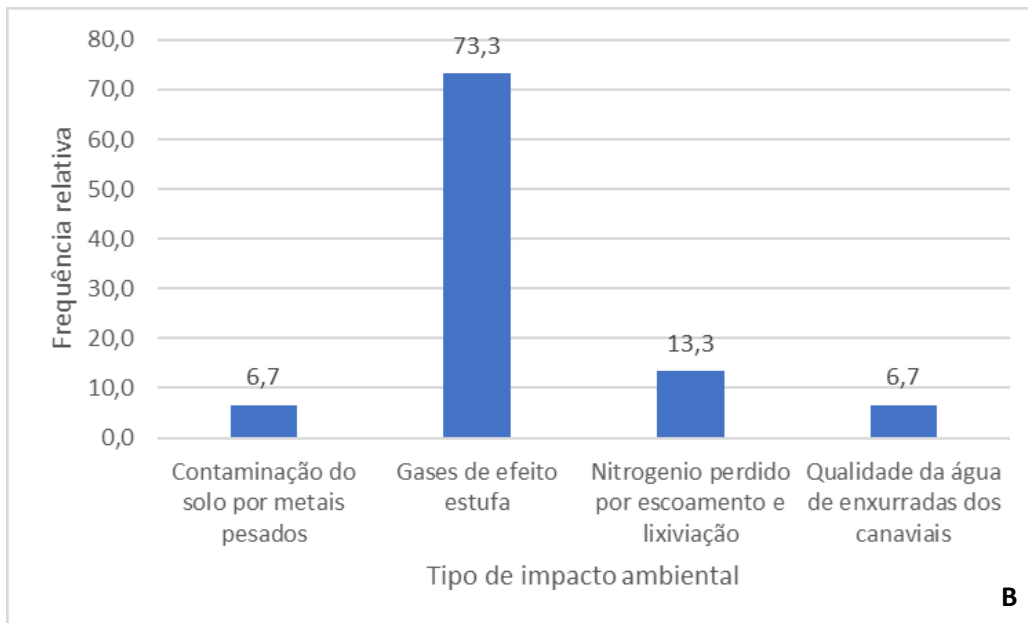
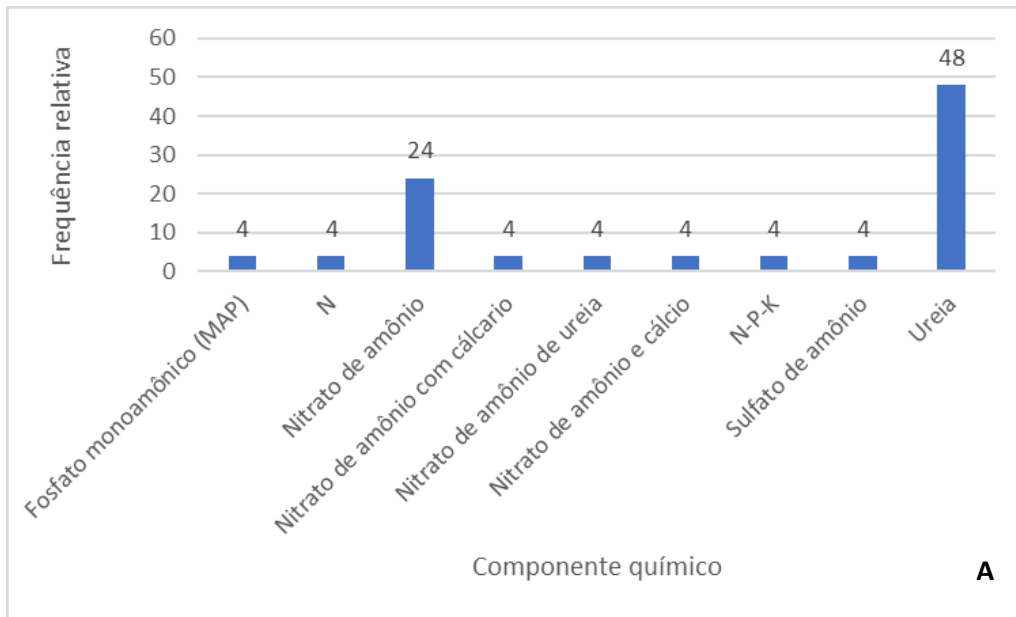


Figura 3: Frequência relativa das variáveis componente químico (A) e tipo de impacto ambiental (B).

5 DISCUSSÃO

Os artigos são a literatura mais citada no mundo científico e mesmo que parte deles são originados no meio acadêmico, eles são mais difundidos que as teses e dissertações acadêmicas (LARIVIÈRE; ZUCCALA; ARCHAMBAULT, 2008). É comum que as universidades favoreçam a publicação de teses e dissertações em formato de artigo em revistas especializadas para os acadêmicos poderem receber seus diplomas (LARIVIÈRE; ZUCCALA; ARCHAMBAULT, 2008; MARTINEZ & GRAF, 2016). Esta situação explica, em parte, que a maior parte da literatura científica coletada neste trabalho seja na forma de artigos científicos.

Entre 1965 e 2020 houve um crescimento na produção de cana-de-açúcar a nível mundial. Nesse período pode-se constatar que a partir do ano de 2006 a produção mundial de cana-de-açúcar aumentou em comparação com os anos anteriores (STATISTA, 2022). No Brasil, entre 2003 e 2014, a produção de cana-de-açúcar dobrou se tornando referência mundial no quesito de tecnologias de produção e processamento da cana (BERNARDO *et al.*, 2019). Esse cenário pode estar relacionado com os anos que mais se destacaram no presente estudo por obter maior quantidade de publicações científicas, a quais aumentam a partir do ano de 2011. Esse cenário pode também explicar, em parte, a participação do Brasil em três dos quatro anos que mais ocorreram publicações da literatura científica sobre os impactos dos fertilizantes.

Neste estudo, o Brasil foi o país que apresentou a maior frequência relativa em termos de trabalhos sobre os impactos ambientais causados pelos fertilizantes utilizados no cultivo da cana-de-açúcar. Esse resultado parece estar relacionado ao fato de que o Brasil é o país que possui a maior produção de cana-de-açúcar do mundo, além de estar em quarto lugar atrás de países como Estados Unidos, Índia e China cuja atividade agrícola mais utiliza fertilizantes (FERREIRA *et al.*, 2022; CONAB, 2022). Outra explicação que pode ser considerada é a de que o agronegócio, que inclui a produção de cana-de-açúcar, possui uma alta relevância na economia do Brasil desde o período colonial, representando 25% do PIB nacional (IORIS, 2016; ANTUNES *et al.*, 2019). Além disso, a cana-de-açúcar é apoiada por pesquisas e programas governamentais brasileiros, isso contribui para que o Brasil se destaque na produção científica sobre os impactos ambientais relativos ao cultivo da cana-de-açúcar (ANTUNES *et al.*, 2019).

As regiões em que ocorreram os experimentos que originaram a literatura selecionada a respeito da cana-de-açúcar foram na sua maior parte tropicais. Isso pode estar associado ao fato de que a cana-de-açúcar é uma planta C₄, ou seja, ela é uma planta que não perde muita água para o meio, já que ela não precisa abrir seus estômatos sempre que necessitar de CO₂ pois ela consegue guardar uma parte dele para usar posteriormente. Portanto, ela consegue ser cultivada em regiões que possuem elevadas temperaturas e índices solares, como as regiões tropicais e subtropicais (RODRIGUES; AVANZA; DIAS, 2011; MOORE; PATERSON; TEW, 2013).

O latossolo vermelho foi o solo mais utilizado nos experimentos da literatura científica por ele ser característico da região em que se realizou os experimentos. Essa classe de solos está entre os mais utilizados pela agricultura nacional e isso pode ser devido a sua ampla distribuição nas regiões do Brasil, principalmente as que possuem uma topografia plana ou levemente ondulada como ocorre no Cerrado (KER, 1997). O Cerrado é um bioma com condições apropriadas para a agricultura brasileira devido a suas condições climáticas (BERNARDO *et al.*, 2019; SANTANA *et al.*, 2020) e por apresentar uma topografia plana com solos antigos, profundos, ácidos e com baixa fertilidade (EMBRAPA, 2005), estas duas últimas características suscetíveis de serem mudadas pelo uso de adubos e corretores da acidez como o calcário.

A maioria das variedades utilizadas na literatura coletada não se repetiram em mais de um trabalho, porém a única variedade de cultivar que apareceu em duas literaturas científicas foi a IACSP 95-5000. Essa diversidade de cultivares é resultante da identificação dos genes que influenciam características consideradas importantes para o cultivo, como o crescimento e teor de açúcar, entre outros. Essa abordagem genética permite criar variedades que se adaptem a variações de temperatura, clima, tipo de solo e que tenham resistência ao estresse hídrico, além de ressaltarem ou induzirem características de interesse como resistência a pragas, aumento na concentração de sacarose, entre outros (GALVAO; FORMAGGIO; TISOT, 2005; KASHIF & KHAN, 2007; GOES *et al.*, 2011). Assim e por exemplo, a variedade SP 81-3250 é caracterizada por produzir um alto teor de fibras e sacarose, ter a sua maturação no inverno, não necessitar de muita fertilidade no solo e ser rica e produtiva (CHICONE, 2012). A outra variedade utilizada nos trabalhos foi a IAC 92-1099 que é caracterizada como uma planta com um potencial produtivo alto e adaptada a regiões

tropicais (JORIS, 2020), enquanto a IACSP 95-5000 é uma variedade que possui uma alta produção de sacarose além de ter resistência às principais doenças (LANDELL *et al.*, 2007; MARCHIORI, 2010).

O primeiro componente químico mais utilizado pela literatura científica foi a ureia e o segundo o nitrato de amônio, ambos são fertilizantes nitrogenados que variam na composição, por exemplo, a ureia contém 46% de nitrogênio e já o nitrato de amônia tem 33 a 34% de N (FERNANDES, 2022). A escolha das literaturas consultadas por esses componentes químicos está relacionada com a importância dos fertilizantes nitrogenados para as culturas e a relação desses fertilizantes com os impactos ambientais. O nitrogênio é o nutriente que as plantas mais requerem em quantidade, pois ele participa de todas as fases do desenvolvimento desde a composição de moléculas utilizadas no crescimento da planta até as da fotossíntese por isso ele é considerado um nutriente limitante para o desenvolvimento das plantas (FERNANDES, 2022; CASTRO, 2022). O consumo mundial desse fertilizante subiu desde 1962 até 2013 96,3 Tg N e essa demanda está estimada para crescer 1,5% por ano (BALDINI *et al.*, 2002). Os quatro países que mais consomem nitrogênio em ordem do primeiro ao quarto é a China, Índia, EUA e Brasil, sendo que somente os EUA e o Brasil estão entre os países que produtores da literatura científica coletada (OLIVEIRA; MALAGOLLI; CELLA, 2019). Além disso, o nitrogênio está relacionado com a emissão de gases de efeito estufa, que foi o impacto mais abordado pela literatura, através da volatilização do N_2O que é considerado mais potente que o CO_2 (BALDINI *et al.*, 2002; COUTINHO, 2022; FERNANDES, 2022). Outro impacto relacionado ao nitrogênio que também foi abordado em algumas literaturas é a poluição dos cursos d'água, pois através da chuva o nitrogênio aplicado nas culturas é perdido pelas enxurradas sendo transportado para água influenciando a qualidade dela (BALDINI *et al.*, 2002). A contaminação do solo por metais pesados também foi um impacto ambiental apresentado por alguns trabalhos. Os dois componentes químicos mais utilizados são de fonte nitrogenada e o impacto ambiental mais testado pela literatura são os gases de efeito estufa.

6 CONCLUSÃO

Os macronutrientes mais utilizados nos ensaios sobre os impactos ambientais foram nitrogênio e fósforo, sendo que das 15 literaturas o fósforo foi utilizado somente em duas. O potássio foi utilizado em um dos experimentos, mas ele não teve relação com os impactos analisados pelo autor. Além disso, não foi encontrada nenhuma literatura científica utilizando os micronutrientes e abordando a relação deles com algum impacto ambiental. O impacto ambiental mais relatado na literatura científica foram os gases de efeito estufa e os outros impactos também indicados são: a contaminação do solo por metais pesados, a perda de nitrogênio por escoamento e lixiviação e a qualidade da água das enxurradas dos canaviais. A hipótese da quantidade de literatura científica sobre o tema foi refutada visto que o total de literaturas encontradas foram somente 15, isso revela que a produção científica que utiliza de visitas a campo para relatar os impactos ambientais dos fertilizantes no cultivo da cana-de-açúcar é reduzida.

REFERÊNCIAS

- RECH, T. D. *et al.* Classes recomendáveis de fertilidade do solo para a produção de vime no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 877-884, 2012.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. **Fertilidade do solo**, p. 2-64, 2007.
- SILVA, S. A. *et al.* Lógica fuzzy na avaliação da fertilidade do solo e produtividade do café conilon. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 9-17, 2010.
- DE OLIVEIRA, R. B. S. **Análise da fertilidade de solos usando imagens de Vant e Rapideye**. 2018. TCC (graduação em engenharia de agrimensura e cartográfica) – Instituto de geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p. 39. 2018.
- RODRIGUES, Douglas Augusto; AVANZA, Marcel Ferreira Bastos; DIAS, L. G. G. G. Sobressemeadura de aveia e azevém em pastagens tropicais no inverno-revisão de literatura. **Rev Cient Elet Med Vet.**, v. 9, n. 16, 2011.
- ANTUNES, F. A. F. *et al.* Biofuel production from sugarcane in Brazil. In: **Sugarcane biofuels**. Springer, p. 99-121, 2019.
- BERNARDO, R. *et al.* Analysis of the agricultural productivity of the sugarcane crop in regions of new agricultural expansions of sugarcane. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 3, 2019.
- BLUM, J. *et al.* Nitrogen and phosphorus leaching in a tropical Brazilian soil cropped with sugarcane and irrigated with treated sewage effluent. **Agricultural Water Management**, v. 117, p. 115-122, 2013.
- BRASIL. Decreto Nº 4.954, de janeiro de 2004. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura, Brasília, 2004.
- BROPHY, J.; BAWDEN, D. Is Google enough? Comparison of an internet search engine with academic library resources. **Aslib proceedings**, v. 57, n. 6, p. 498-512, 2005.
- CASTRO, S. A. Q. **Aproveitamento do N-fertilizante (N-ureia) pela cana-de-açúcar aplicado por via foliar no período de máximo crescimento da cultura em complemento à adubação de solo**. 2022. Tese (doutorado em solos e nutrição de plantas). Escola superior de agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.
- CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. *et al.* Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical plant biology**, v. 4, n. 1, p. 62-89, 2011.
- CHERAGHI, M.; LORESTANI, B.; MERRIKHPOUR, Hajar. Investigation of the effects of phosphate fertilizer application on the heavy metal content in agricultural soils with different cultivation patterns. **Biological trace element research**, v. 145, n. 1, p. 87-92, 2012.

CHICONE, L. C. G. **Qualidade da matéria-prima de cana-de-açúcar (SP81-3250) submetida à aplicação de maturadores em dois ciclos sucessivos**. 2012. Tese (Doutorado em agronomia) – Faculdade de ciências agrárias e veterinárias, UNESP, São Paulo, 2012.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTCIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, Brasília, DF, v. 8, n. 3, novembro 2021.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar / Companhia Nacional de Abastecimento. – v. 1, n.1 (2022) – Brasília: Conab, 2022.

COUTINHO, L. L. G. **Estado nutricional, produtividade e qualidade tecnológica da cultura da cana-de-açúcar adubada com fertilizante nitrogenado revestido**. 2022. Dissertação (mestrado em ciências e tecnologia animal) – Faculdade de ciências agrárias e tecnológicas, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2022.

DE ALMEIDA, R. F. *et al.* Emissão de óxido nitroso em solos com diferentes usos e manejos: Uma revisão. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 8, n. 2, p. 441-461, 2015.

DE MATOS, M.; SANTOS, F.; EICHLER, P. Sugarcane world scenario. In: **Sugarcane biorefinery, technology and perspectives**. Academic Press, p. 1-19, 2020.

DE OLIVEIRA, M. W. *et al.* Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.

DENHAM, T. Early agriculture and plant domestication in New Guinea and Island Southeast Asia. **Current Anthropology**, v. 52, n. S4, p. S379-S395, 2011.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, 2006.

EMBRAPA. Embrapa cerrados: conhecimento, tecnologia e compromisso ambiental. **Embrapa**, 2. ed. Planaltina, 2005.

FALAGAS, M. E. *et al.* Comparison of PubMed, Scopus, web of science, and Google scholar: strengths and weaknesses. **The FASEB journal**, v. 22, n. 2, p. 338-342, 2008.

FERNANDES, M. C. S. **Estudo da indústria de fertilizantes nitrogenados: fontes, produção, mercado e impacto ambiental**. Monografia (Engenharia química) – Faculdade de engenharia química, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p. 63. 2022.

FERREIRA, J. N. *et al.* Parâmetros físicos e qualidade de fertilizantes minerais nas indústrias do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p., 2022.

FONTANETTI, C. S.; BUENO, O. C. Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica. **Canal6**, p. 275, 2017.

FRANCISCO, A. C. **O regime da propriedade intelectual para a cana-de-açúcar**. 2014. Tese (doutorado). Departamento de direito comercial, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

- GALVAO, L. S.; FORMAGGIO, A. R.; TISOT, Daniela Arnold. Discrimination of sugarcane varieties in Southeastern Brazil with EO-1 Hyperion data. **Remote sensing of Environment**, v. 94, n. 4, p. 523-534, 2005.
- GATIBONI, L. C. et al. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. Tese (doutorado em agronomia). Centro de ciências rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria 2003.
- GIANELLO, C. et al. Avaliação da disponibilidade do nitrogênio do solo estimada por métodos químicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 93-101, 2000.
- GOES, T. et al. Sugarcane in Brazil Current technologic stage and perspectives. **Revista de Política Agrícola**, v. 20, n. 1, p. 52-65, 2011.
- HENRY, R. J. Basic Information on the Sugarcane Plant *In*: KOLE, C. **Genetics, Genomics and Breeding of Crop Plants**. New Hampshire; Science publishers, 2010.
- IORIS, A. A. R. The politico-ecological economy of neoliberal agribusiness: displacement, financialisation and mystification. **Area**, v. 48, n. 1, p. 84-91, 2016
- JORIS, H. A. W. *et al.* Long-term N fertilization reduces uptake of N from fertilizer and increases the uptake of N from soil. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2020.
- KAMINSKI, J. *et al.* Depleção de formas de potássio do solo afetada por cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1003-1010, 2007.
- KASHIF, M.; KHAN, F. A. Divergence in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) based on yield and quality traits. **Pak. J. Bot**, v. 39, n. 5, p. 1559-1563, 2007.
- KER, J. C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v. 5, n. 1, 1997.
- KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.
- KORNDÖRFER, G. H.; MELO, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 92-97, 2009.
- LANDELL, M. G. de A. *et al.* **Variedades de cana-de-açúcar para o Centro-Sul do Brasil: 16a liberação do Programa Cana IAC**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2007. 37p. (Boletim Técnico 201).
- LARIVIÈRE, V.; ZUCCALA, A.; ARCHAMBAULT, E. The declining scientific impact of theses: Implications for electronic thesis and dissertation repositories and graduate studies. **Scientometrics**, v. 74, n. 1, p. 109-121, 2008.
- LIMA, D. P. *et al.* Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 4, p. 405-414, 2015.
- MARCHIORI, P. E. R. *et al.* Plant growth, canopy photosynthesis and light availability in three sugarcane varieties. **Sugar Tech**, v. 12, n. 2, p. 160-166, 2010.
- MARDAMOOTOO, T.; DU PREEZ, C. C.; BARNARD, J. H. Phosphorus management issues for crop production: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 17, n. 7, p. 939-952, 2021.

MARTINEZ, R.; GRAF, K. Thesis supervisors as literacy brokers in Brazil. **Publications**, v. 4, n. 3, p. 26, 2016.

MENDES, L. C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar**. 2006. Dissertação (mestrado em fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MOLINA, M. *et al.* Trace element composition of selected fertilizers used in Chile: phosphorus fertilizers as a source of long-term soil contamination. **Soil and Sediment Contamination**, v. 18, n. 4, p. 497-511, 2009.

MOORE, P. H.; PATERSON, A. H.; TEW, T. Sugarcane: the crop, the plant, and domestication. *In*: **Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology**, cap. 1, p. 1-17, 2013.

MORAIS, L. K. *et al.* Breeding of sugarcane. *In*: **Industrial crops**. Springer, New York, NY, p. 29-42, 2015.

NACKE, H. *et al.* Availability of heavy metals (Cd, Pb, and Cr) in agriculture from commercial fertilizers. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 64, n. 4, p. 537-544, 2013.

OLIVEIRA, M. P.; MALAGOLLI, G. A.; CELLA, D. Mercado de fertilizantes: dependência de importações do Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 489-498, 2019.

VAN RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo**. Editora Franciscana, ed. 2, Piracicaba, 1981.

ROSOLEM, C. A.; VICENTINI, J. P. T. M. M.; STEINER, F. Suprimento de potássio em função da adubação potássica residual em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1507-1515, 2012.

SANTANA, C. A. M. *et al.* Cerrado: pilar da agricultura brasileira *In*: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. **Dinâmica agrícola no cerrado: análise e projeções**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1, cap. 2, p. 39-58.

SIGNOR, D. **Estoques de carbono e nitrogênio e emissões de gases do efeito estufa em áreas de cana-de-açúcar na região de Piracicaba**. 2010. Dissertação (mestrado em solos e nutrição de planta) – Escola superior de agricultura. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SIPERT, S.; COHIM, E. B. A phosphorus flow analysis of Brazil. **Environmental Engineering Science**, v. 37, n. 2, p. 148-163, 2020.

SOOMRO, A. F. *et al.* Effect of inorganic NPK fertilizers under different proportions on growth, yield and juice quality of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Pure and Applied Biology (PAB)**, v. 3, n. 1, p. 10-18, 2021.

SOUSA, R. T.; KORNDORFER, G. H. Efeito da aplicação de fertilizantes fosfatados na produtividade e variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 7, n. 12, 2011.

STATISTA. **World sugar cane production from 1965 to 2020 (in million metric tons)**. 2022a. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/249604/sugar-cane-production-worldwide/>>. Acesso em 29 de outubro de 2022.

VERBEECK, M.; SALAETS, P.; SMOLDERS, E. Trace element concentrations in mineral phosphate fertilizers used in Europe: A balanced survey. **Science of The Total Environment**, v. 712, 2020.

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 429-437, 2009

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, 2008.

ZANINI, L. S. G. Impactos nos recursos hídricos causados por práticas agropecuárias. **Boletim gaúcho de geografia**, v. 26, n. 1, 2000.

ZOTELLI, L. C. **Palha e vinhaça: emissões de CO₂, N₂O e CH₄ em solo com cana-de-açúcar**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Agricultura tropical e subtropical. Instituto Agrônomo, Campinas, 2012.

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Camila Lago Pinheiro do Curso de Ciências Biológicas Bacharelado, matrícula 20191005000270, telefone: (62) 99190-1601, e-mail camila-lago-pinheiro@hotmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontificia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Cana-de-açúcar: o uso de fertilizantes e seus impactos”, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 12 de dezembro de 2022.

Assinatura do(s) autor(es):



Nome completo do autor: Camila Lago Pinheiro

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: Francisco Leonardo Tejerina Garro