

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUANA ESTEFANI KNAUL

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES FORMAS DE ADUBAÇÕES DA
CULTURA DO MILHO (*ZEA MAYS* L.) A PARTIR DE ANÁLISES
FITOQUÍMICAS**

PALOTINA

2020

LUANA ESTEFANI KNAUL

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES FORMAS DE ADUBAÇÕES DA
CULTURA DO MILHO (*ZEA MAYS* L.) A PARTIR DE ANÁLISES
FITOQUÍMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná como requisito para a obtenção do título Licenciada em Ciências Exatas com habilitação em Química.

Orientador: Prof. Dr. Isac George Rosset
Coorientadora: Profa. Dra. Leidi Cecília Friedrich

PALOTINA
2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ATA DE REUNIÃO

Aos 10 dias do mês de dezembro do ano de 2020, às 19 horas, na sala virtual <https://meet.google.com/knj-zbsk-aeq>, realizou-se a defesa pública da Monografia da aluna Luana Estefani Knaul, tendo como título "A influência de diferentes formas de adubação da cultura de milho (*Zea mays* L.) a partir de análises fitoquímicas", requisito parcial à disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas II (DSH054), Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Exatas - Habilitação Química. Seguindo o regulamento de Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, constituíram a banca examinadora da parte escrita Prof. Dr. Jean Sérgio Rosset, e Profa. Dra Patricia da Costa Zonetti, sendo que a aluna obteve nota parcial 94 (noventa e quatro). Uma vez apta para a defesa oral do trabalho, compôs a Banca de Apresentação Oral e Arguição a Profa. Dra. Roberta Chiesa Bartelmebs, Profa. Dra. Mara Fernanda Parisoto, Profa. Dra. Simone Francisco Ruiz, Prof. Dr. Rodrigo Sequinel e o presidente da banca, Prof. Dr. e Orientador Isac George Rosset. Após a apresentação e arguição, a banca examinadora da Apresentação Oral e Arguição se reuniu na sala virtual no ambiente da <https://meet.google.com/irj-poza-evm> para deliberação final, sendo assim definido que o trabalho teve nota de apresentação 100 (Cem), por conseguinte a aluna considerada APROVADA com nota final 97 (noventa e sete). Tendo por encerrada as atividades às 20 horas e 10 minutos. Nada mais havendo a tratar, eu presidente da banca, lavrei a presente Ata, que segue assinada eletronicamente por mim e demais membros da banca oral.



Documento assinado eletronicamente por **ISAC GEORGE ROSSET, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/12/2020, às 20:07, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **LEIDI CECILIA FRIEDRICH, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/12/2020, às 20:09, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RODRIGO SEQUINEL, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/12/2020, às 20:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARA FERNANDA PARISOTO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/12/2020, às 20:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **SIMONE FRANCISCO RUIZ, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/12/2020, às 20:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **ROBERTA CHIESA BARTELMEBS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 10/12/2020, às 20:11, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **3194072** e o código CRC **DEC7D0FC**.



Referência: Processo nº 23075.067904/2020-07

SEI nº 3194072

*Dedico
À minha família por ser meu apoio e a minha
inspiração.*

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar forças e esperança para continuar e enfrentar as dificuldades que enfrentei, as quais me tornaram mais forte.

Ao meu Avô (*in memoriam*) por ter acreditado em mim até quando nem eu acreditava, a minha Avó por sempre cuidar de mim.

Aos meus pais Volnei e Adelete por serem meus exemplos, as minhas irmãs Aline e Tatiane por todo suporte emocional. Essa conquista é nossa.

Ao meu namorado Kelvis Andrei, por ter segurado minha mão perante as dificuldades, por sorrir comigo em todas as conquistas bobas e me mostrar a felicidade nas pequenas coisas.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Isac George Rosset por ter me acolhido no segundo semestre do curso e me instruir ao gosto pela pesquisa.

À minha coorientadora Prof. Dra. Leidi Cecília Friedrich por me mostrar que as conquistas mais árduas são as mais gratificantes. Agradeço pelo apoio, pelos esforços não medidos, por me oferecer seu colo para chorar nos momentos difíceis e não me deixar desistir.

A todos os professores de Química, Física e Matemática do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Agradeço aos técnicos do Bloco de Química, por me socorrerem inúmeras vezes no laboratório.

A todos que me acompanharam nesta jornada, o meu sincero agradecimento.

*“O êxito da vida não se mede pelo caminho que
você conquistou, mas sim pelas dificuldades
que superou no caminho.”
(Abraham Lincoln)*

RESUMO

A produção de milho (*Zea mays*) encontra-se em crescente cultivo comercial, devido a demanda por alimentos, ração animal para a produção de carne, combustíveis e matéria prima em geral para a indústria. Porém, o desenvolvimento da planta, por consequência, a produção de grãos, sofre influência de fatores externos como, por exemplo, a adubação, que fornece nutrientes a planta sendo cruciais para o crescimento saudável. Este fato instigou a elaboração de novos estudos que investigam as práticas agrícolas, a fisiologia das plantas e a produção de metabólitos secundários. Notou-se assim que a aplicação de fertilizantes influenciava diretamente no teor de compostos fenólicos, flavonoides e na atividade antioxidante. Foi investigado no presente trabalho a concentração destes compostos para a mesma variedade de milho cultivado com sete adubações diferentes. Desta forma, utilizou-se os adubos mineral, organomineral, esterco bovino, cama de frango, lodo de esgoto e compost barn, além de um cultivo sem adubação. Após a colheita, secagem, trituração e extração com metanol realizaram-se as análises do teor de fenóis totais, flavonoides e a atividade antioxidante em espectrofotometria UV/VIS. Todas as amostras apresentaram teores de fenóis e flavonoides, porém foram diferentes na parte aérea e radicular para cada tratamento. Já a atividade antioxidante manteve-se equilibrada para a parte aérea como para as raízes. Por fim, a adubação mineral e organomineral acarretaram teores menores de fenóis totais e flavonoides, comparado com o demais tratamentos. Os adubos cama de frango, esterco bovino e compost barn indicaram um bom desenvolvimento do milho, visto que apresentaram teores medianos de fenóis, flavonoides e antioxidantes, evidenciando que a produção de metabólitos secundários não foi tão intensa quando comparada com os tratamentos sem adubação e lodo de esgoto.

Palavras-chave: milho, adubação, metabólitos secundários.

ABSTRACT

The production of corn (*Zea mays*) is in growing commercial cultivation, due to the demand for food, animal feed for the production of meat, fuels and raw material in general for the industry. However, the development of the plant, consequently, the production of grains, is influenced by external factors such as, for example, fertilization, which provides nutrients to the plant and is crucial for healthy growth. This fact prompted the development of new studies that investigate agricultural practices, plant physiology and the production of secondary metabolites. It was noted that the application of fertilizers directly influenced the content of phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity. The concentration of these compounds for the same variety of corn cultivated with seven different fertilizations was investigated in the present work. Thus, mineral, organomineral fertilizers, cattle manure, chicken litter, sewage sludge and compost barn were used, in addition to cultivation without fertilization. After harvesting, drying, grinding and extracting with methanol, the analysis of the content of total phenols, flavonoids and the antioxidant activity in UV/VIS spectrophotometry were performed. All samples showed levels of phenols and flavonoids, however they were different in the aerial and root parts for each treatment. The antioxidant activity remained balanced for the aerial part as well as for the roots. Finally, mineral and organomineral fertilization resulted in lower levels of total eflavonoid phenols, compared to other treatments. The chicken bed fertilizers, cattle manure and compost barn indicated a good development of the corn, since they presented median levels of phenols, flavonoids and antioxidants, showing that the production of secondary metabolites was not as intense when compared with the treatments without fertilization and sewage sludge.

Keywords: corn, fertilization, secondary metabolites.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PENEIRAMENTO E PREENCHIMENTO DOS VASOS	19
FIGURA 2 – APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS E ADUBAÇÃO MINERAL. . . .	20
FIGURA 3 – AMOSTRAS TRITURADAS DA PARTE AÉREA E RAÍZES	20
FIGURA 4 – ANÁLISE DE FENÓIS (PARTE AÉREA).	22
FIGURA 5 – ANÁLISE DE FENÓIS (PARTE RADICULAR).	23
FIGURA 6 – ANÁLISE DE FLAVONOIDES (PARTE AÉREA).	24
FIGURA 7 – ANÁLISE DE FLAVONOIDES (PARTE RADICULAR).	24
FIGURA 8 – ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (PARTE AÉREA).	25
FIGURA 9 – ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (PARTE RADICULAR). . . .	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ANÁLISE DO SOLO	17
TABELA 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS TRATAMENTOS	18
TABELA 3 – ANÁLISE QUÍMICA DOS RESÍDUOS	19

SUMÁRIO

1	–	INTRODUÇÃO	9
1.1		CONTEXTO E PROBLEMA	9
1.2		OBJETIVOS	10
1.2.1		OBJETIVO GERAL	10
1.2.2		OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.3		HIPÓTESE	10
2	–	REVISÃO TEÓRICA	12
2.1		BENEFÍCIOS DO MILHO PARA O CONSUMO	12
2.2		DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MILHO	12
2.3		APLICAÇÃO DE ADUBOS NA AGRICULTURA	14
3	–	METODOLOGIA	17
3.1		REAGENTES E SOLVENTES	17
3.2		INSTRUMENTAÇÃO	17
3.3		LOCALIZAÇÃO E RECONHECIMENTO DO SOLO	17
3.4		CULTIVO DAS AMOSTRAS	18
3.5		COLHEITA E EXTRAÇÃO	20
3.6		AVALIAÇÃO DOS EXTRATOS	21
3.6.1		ANÁLISE DE FENÓIS TOTAIS	21
3.6.2		ANÁLISE DE FLAVONOIDES	21
3.6.3		ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	21
4	–	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1		ANÁLISE DE FENÓIS	22
4.2		ANÁLISE DE FLAVONOIDES	23
4.3		ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	24
5	–	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
		REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E PROBLEMA

A população mundial expandiu-se consideravelmente, em 2011 atingiu-se a marca de 7 bilhões, estimativas preveem que em 2050 o número aproximado deve ser entre 9,3 a 10,6 bilhões de pessoas. Em paralelo a *Food and Agriculture Organization* (FAO) pertencente à Agência das Nações Unidas que zela pela Alimentação e Agricultura, estima que em 2050 faltará alimento para boa parte da população, a Agência ainda alerta que a fim de evitar a fome, a produção de grãos e de carne deve crescer notadamente (MIRANDA et al., 2014).

O milho pode ser encontrado em diversos pratos culinários, bem como em alimentos processados. É um dos grãos mais cultivado em todo o mundo, entre a safra de 2000/01 a de 2017/18 este grão passou de 591 milhões de toneladas para 1,076 bilhão de toneladas, um crescimento de 82% na produção mundial (CONTINI et al., 2019). Este aumento deve-se à vinculação do milho à alimentação humana e animal por meio de diversos produtos a base do mesmo, bem como na produção de combustível e na indústria, em geral (MIRANDA et al., 2014).

A cultura do milho proporciona o cultivo nas regiões do mundo que fornecem um clima de zona temperada à tropical. No Brasil, este grão é cultivado em todo o país com restrições de diferentes épocas, frente às condições climáticas das principais regiões (NETO; BOSCAINI, 2019). Nos últimos anos teve-se um aumento na produção de milho no Brasil, somente na safra 2019/20 as estimativas apontam para 102.5 milhões de toneladas, representando um aumento percentual de 2,5% comparando com a safra passada (CONAB, 2020).

No âmbito nacional, a Região Norte/Nordeste é a região que contribuiu com a menor parcela na produtividade de grãos nas safras 2018/19 e 2019/20 comparada com a região Centro-Sul (CONAB, 2020). A baixa produtividade nas regiões ao Norte e Nordeste do estado deve-se às condições meteorológicas, visto que à uma irregularidade nas precipitações pluviais afetando a produção de grãos. Um outro fator que justifica os baixos rendimentos de milho, em especial, é a carência de insumos responsáveis pela fertilidade do solo, que por sua vez, está associada ao baixo poder aquisitivo para a compra e/ou a ausência de recomendação adequada (BARBOSA, 2017).

Uma alternativa utilizada visando aumentar a produção de grãos é a aplicação de excremento orgânico de origem animal. O esterco fornece nutrientes ao solo, por consequentemente, à planta. Além disso, auxilia na infiltração e armazenamento de água, agregação das partículas e redução de processos erosivos do solo (BORBA, 2018). Inúmeros autores relataram efeitos positivos da adubação orgânica. Segundo Santos et al. (2010) a adubação orgânica proporcionou resultados significativos na produtividade de biomassa no cultivo de milho, além de auxiliar na absorção e acúmulo de nutrientes.

Segundo os estudos de Melo et al. (2009) a produtividade do milho aumentou significativamente, além disso o esterco proporcionou aumento dos nutrientes fósforo e potássio,

contribuindo para características químicas do solo. De acordo com Malaquias e Santos (2017) a utilização de matéria orgânica conciliada com adubação mineral, resulta em fertilizantes organominerais com excelente potencial para a aplicação em culturas como a de milho. Esta adubação mista proporciona benefícios físicos, químicos e biológicos ao solo, auxiliando na fertilidade, estruturação, aeração e retenção de água.

Assim, visando aumentar a produção de grãos e proporcionar um destino adequado aos resíduos orgânicos, agricultores tem investido na adição dos mesmos como fonte de nutrientes no momento do plantio de milho ou durante o cultivo, de forma que tais nutrientes contribuem para o desenvolvimento da planta, em especial, o metabolismo primário. Porém, estas substâncias afetam indiretamente a produção de metabólitos secundários, visto que este metabolismo representa a interface química entre as plantas e o meio em que está se encontra, portanto, a síntese destes compostos é influenciada pelas condições ambientais (CRUZ et al., 2012).

Segundo Vizzotto, Krolow e Weber (2010) a produção de metabólitos secundários está associada com o estresse da planta frente a uma reação de defesa do organismo. Ao produzir metabólitos secundários pode-se afetar de maneira positiva e/ou negativa o desenvolvimento da planta. Assim, tem-se o interesse pelos efeitos provocados pelo estresse no conteúdo de metabólitos secundários na planta, visando possíveis adaptações a fim de auxiliar no bom desenvolvimento da planta.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produção de metabólitos secundários na cultura de milho adubada com resíduos orgânicos e minerais.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a produção de compostos do metabolismo secundário no milho a partir de cada adubação;
- Discutir a resposta produzida na planta a partir dos adubos provenientes de fontes orgânicas e minerais;

1.3 HIPÓTESE

Por ser um país com potencial agrícola, uma grande parte dos grãos de milho produzidos são convertidos em alimentação animal para a produção de carne. No sul do Brasil encontra-se os maiores produtores de bovinos, suínos e aves, estes fornecem matéria prima para a indústria alimentícia que atende a necessidade do país e a exportação de carne. O modelo de produção de carne intensificado pela demanda mundial proporcionou sustentabilidade a pequenos produtores,

em contra partida resultou na produção de grandes quantidades de excrementos orgânicos de origem animal.

Tais resíduos são ricos em elementos que podem ser utilizados da agricultura, contribuindo positivamente para a fertilidade do solo, redução de fertilizantes minerais, rendimento das culturas, além de reduzir o custo de produção das lavouras. Sendo assim, é necessário o conhecimento das respostas produzidas na planta a partir da adição de esterco orgânico, para que o produtor consiga equilibrar os nutrientes no solo e ainda minimizar o impacto ambiental devido o descarte de matéria orgânica inadequada.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 BENEFÍCIOS DO MILHO PARA O CONSUMO

O milho é um dos cereais encontrado em dietas desde a América Latina, Ásia até a África. Este cereal está presente em refeições, bebidas, sobremesas tradicionais dentre outros produtos derivados de milho, assim, este grão encontra-se nas demais classes socioeconômicas do mundo (ŽILÍČ et al., 2012). Além disso, o milho em grãos ou processado é utilizado na nutrição de animais, tal prática é muito difundida no Brasil e no Mundo. Este cereal ao ser processado vira ração para aves, suínos, bovinos e até para o gado leiteiro. Em especial ao gado leiteiro, a fibra encontrada neste cereal proporciona um alto valor nutritivo ao alimento, repercutindo positivamente na saúde do animal e na produção de leite (XIN et al., 2015).

O milho possui diversas variedades sendo classificadas pelas cores: branco, amarelo, roxo, marrom, verde e azul. Segundo Guevara (2020) o milho roxo, por exemplo, é rico em antioxidantes que ao ser ingerido é capaz de neutralizar radicais livres presentes no organismo humano. Esta variedade também possui antocianinas, sendo este um pigmento natural utilizado na coloração dos alimentos. Mesmo com as diferentes variedades de milho e cada qual com suas determinadas características, ambas apresentam em comum atividade antioxidantes e antocianinas, bem como outros compostos como carotenoides, fenóis e flavonoides, entre outros.

Os compostos fitoquímicos encontram-se em diferentes concentrações em cada variedade, porém ambos os citados oferecem benefícios para a saúde humana. Estudos epidemiológicos indicaram que a ingestão de tais compostos tem desempenhado um papel importante na saúde humana, sendo responsáveis pela prevenção de doenças crônicas, gastrointestinais, anti-inflamatórias, anticâncer, entre outras (CAPOCCHI et al., 2016). Outros estudos também evidenciam os benefícios que este cereal pode oferecer (WANG; CAO; PRIOR, 1997), (AOKI et al., 2001), (PASCUAL-TERESA; SANTOS-BUELGA; RIVAS-GONZALO, 2002), (VIEIRA, 2003), (PEDRESCHI; CISNEROS-ZEVALLOS, 2007), (DAMIÁN-MEDINA et al., 2020), (GUEVARA, 2020) e (CRISTIANINI; SÁNCHEZ, 2020).

Com isso, cresceu a procura por alimentos funcionais, justificando o número de estudos a respeito dos compostos bioativos derivados do milho e suas propriedades correspondentes, isto pois os reflexos na saúde que este cereal pode oferecer são de grande valia para a sociedade (GIORDANO et al., 2018). Além de que a demanda por produtos agrícolas vem se intensivando a fim de satisfazer a necessidade por alimentos, energia, combustível, vestuários e demais bens de consumo (BARBOSA, 2017).

2.2 DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MILHO

O crescimento e desenvolvimento da cultura de milho sofre influência de diversos fatores, sendo estes as variações meteorológicas, os insumos necessários, a radiação solar, doenças, pragas e plantas daninhas, como também o manejo adequado da área cultivada.

Dentre os fatores, a racionalização da água e adubação são essenciais para o custo benefício da produção. Ressalta que ao subestimar a quantidade de água ou de adubação o resultado na produção poderia ser menor do que o esperado, ou ainda se superestimar um dos fatores mencionados os lucros serão reduzidos e o custo mais elevado (BARBOSA, 2017).

Desta forma, a nutrição das plantas deve ser muito rigorosa, visto que acontece via solo ou por métodos foliares. Ambos os métodos são responsáveis por captar e fornecer todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimento da planta, sendo classificados em macro e micronutrientes. Segundo Barbosa (2017) os macronutrientes são os quais a planta necessita em maiores quantidades, são eles: Carbono (C), Hidrogênio (H), Oxigênio (O), Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Enxofre (S), Magnésio (Mg) e Cálcio (Ca), diferentemente, os micronutrientes são absorvidos pela planta em quantidades menores, sendo estes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), e Zinco (Zn).

O Nitrogênio, Fósforo e Potássio são os elementos essenciais para o desenvolvimento de uma planta. O Nitrogênio atua na composição da clorofila, além de ser o principal componente das proteínas responsáveis pelo crescimento da planta. Já o Fósforo atua no crescimento e fortalecimento das raízes, bem como na qualidade dos grãos e no amadurecimento dos frutos. Por fim, o elemento Potássio é responsável por regular as cargas no interior das células, controlar a absorção de água e o mecanismo de defesa da planta contra doenças (PEREIRA, 2017).

Frente à necessidade da planta por Nitrogênio, Fósforo e Potássio, nota-se a fórmula básica dos fertilizantes a base de NPK. Segundo Dias e Fernandes (2006) a denominação NPK indica o percentual de Nitrogênio na forma de Nitrogênio elementar, Fósforo na forma de Pentóxido de Fósforo e Potássio na forma de Óxido de Potássio. Portanto, os demais macro e micronutrientes desempenham função biológica na planta, porém não têm expressão econômica no meio industrial de fertilizantes nem valorização comercial devido a pequenas quantidades aplicadas.

A fim de garantir o bom desenvolvimento da planta, estudos foram realizados visando compreender o funcionamento dos vegetais. Segundo Sousa e Sousa (2017) as plantas produzem respostas metabólicas frente as variações do meio ambiente. Em síntese, o metabolismo das plantas de maneira geral pode ser dividido em metabolismo primário e secundário.

Os metabólitos primários são responsáveis pela sobrevivência da planta, logo pela síntese de proteínas, lipídeos, aminoácidos, açúcares, RNA, DNA e demais substâncias consideradas essenciais (SOUSA; SOUSA, 2017). Já os metabólitos secundários não desempenham função direta ao crescimento e desenvolvimento da planta, mas são responsáveis pela síntese de substâncias associadas à defesa do organismo e sua reprodução. Estes atuam também como atrativo para animais polinizadores e dispersores de sementes, bem como na competição entre plantas (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010).

A produção destes compostos secundários está relacionada às condições do meio, isto é, situações de estresse que desviam-se das circunstâncias ideais para a vida provocando respostas e alteração no organismo. Dentre os fatores, podemos citar: disponibilidade hídrica, luminosidade,

insetos, infecções bacterianas ou fúngicas, adubação, entre outros fatores (SOUSA; SOUSA, 2017). Atualmente, existem uma grande quantidade de metabólitos secundários já identificados, estes se diferenciam quimicamente e são divididos em terpenos, compostos nitrogenados e compostos fenólicos (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010).

Os terpenos podem apresentar funções tanto no metabolismo primário como no secundário. Algumas classes dos terpenos atuam no crescimento e desenvolvimento do vegetal, outros por sua vez são responsáveis por atuar na defesa produzindo toxinas e inibidores de insetos, animais e outras plantas. Além disso, os terpenos possuem uma grande diversidade devido a sua estrutura, podendo ser constituídos por unidades de cinco Carbonos, bem como subdividido e classificado seguindo a quantidade de unidades de cinco Carbonos. Portanto, variam desde duas unidades de cinco Carbono até mais de oito unidades de cinco Carbonos (SOUSA; SOUSA, 2017).

De acordo com Sousa e Sousa (2017) os compostos nitrogenados são aqueles que possuem Nitrogênio em sua estrutura e são responsáveis pela defesa da planta em relação à herbívoros. Podem ser divididos em categorias, sendo estas: alcaloides, glicosídeos cianogênicos e glucosinolatos. Estas substâncias são conhecidas por desenvolverem um efeito acentuado no sistema nervoso, podendo ser utilizadas como venenos tóxicos ou alucinógenos, um exemplo de alcaloide conhecido é a morfina (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010).

Os compostos fenólicos possuem inúmeras funções, atuando na defesa da planta contra invasores e também na proteção de incidências dos raios ultravioletas, além de atrair animais no intuito de polinização e reprodução da espécie (SOUSA; SOUSA, 2017). Tais compostos são caracterizados quimicamente por possuírem anel aromático ligado a uma ou mais hidroxilas, incluído ainda seus grupos funcionais. Esta característica torna os compostos fenólicos importantes antioxidantes, pois atuam como interruptores de radicais livres controlando a oxidação. Sendo assim, este grupo engloba desde moléculas simples até com um elevado grau de polimerização (ANGELO; JORGE, 2007).

Segundo Silva et al. (2010) os compostos fenólicos por ser muito diversos podem ser divididos em flavonoides (polifenóis) e compostos não-flavonoides (fenóis simples ou ácidos). Os flavonoides abrangem as frutas e nos vegetais, e podem ser encontrados como flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas e chalconas. Os não-flavonoides oriundos dos ácidos hidroxicinâmicos são os ésteres dos ácidos caféico, cumárico e felúrico, já os provenientes dos ácidos hidroxibenzóicos tem-se os ácidos salicílico, gálico, elágico, protocatéico e vanílico.

2.3 APLICAÇÃO DE ADUBOS NA AGRICULTURA

Estudos retrataram que o teor de compostos fenólicos, flavonoides e antioxidantes pode ser afetado por condições ambientais, genótipo e parâmetros de cultivo, incluindo o tipo de fertilizante e as devidas concentrações (REMPELOS et al., 2018). Os fertilizantes utilizados na agricultura são classificados em: minerais, orgânicos e organominerais. Os minerais são

obtidos da natureza ou de forma sintética e tem por objetivo fornecer um ou mais nutrientes para as plantas. Os orgânicos são provenientes de fontes orgânicas, ou seja, matérias primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal que podem ser enriquecidos ou não de minerais. Por fim, os fertilizantes organominerais é o produto da mistura física ou combinada de fertilizantes minerais e orgânicos (DIAS; FERNANDES, 2006).

Os adubos químicos ou fertilizantes tem a função de fornecer nutrientes ao solo a fim deste disponibilizar para a planta. A adubação química é a forma mais empregada na agricultura, entretanto acarreta um custo relativamente elevado para o produtor (PEREIRA, 2017). Segundo Dias et al. (1999) a aplicação de tais adubos químicos resulta na contaminação dos solos, ar, água, fauna e flora. Vale ressaltar que na produção dos mesmos são gerados efluentes líquidos, sólidos e gasosos entre outros impactos ambientais que exigem tratamentos ainda mais rígidos.

Assim, novos estudos juntamente com novas tecnologias estão sendo aplicadas na agricultura, visando manter ou aumentar a produtividade, reduzir os custos e empregar os recursos da forma mais sustentável (MARTINS et al., 2016). Dentre estas inclui-se a aplicação de fertilizantes organominerais, bem como dejetos da suinocultura, avicultura, bovinocultura e resíduos urbanos. Segundo Benites et al. (2010) a aplicação de fertilizantes organominerais oferece vantagens significativas, como a utilização de resíduos de outros sistemas de produção, a proximidade entre a produção dos dejetos e a aplicação na lavoura produtora de grãos, além do baixo custo desse resíduo.

De acordo com os estudos de Pereira (2017) o excremento orgânico de origem da produção de aves, conhecido como cama de aviário é um dos excrementos considerados mais valiosos para a adubação do solo. Este fato se justifica, pois este resíduo possui elevados níveis de proteínas e aminoácidos, proporcionando um alto teor nutricional quando disposto na agricultura de forma correta. Os resíduos avícolas elevam a capacidade de troca catiônica, reduzem a densidade do solo, aumentam a porosidade e as taxas de infiltração de água, entre outros. Já os dejetos da suinocultura se armazenados e tratados corretamente também são uma excelente fonte de nutrientes para a produção de grãos.

Pesquisas expõem efeitos positivos da aplicação de esterco bovino na agricultura, como é abordado pelo autor Silva et al. (2004), que relata acréscimos na retenção e disponibilidade de água, bem como o rendimento crescente de espigas e grãos com o aumento da dosagem de esterco. Segundo Konzen e Alvarenga (2008) as produções obtidas no estudo revelaram que os estercos de suínos, aves e bovinos constituem-se em fertilizantes eficientes para a produção de milho, tanto visando a produção de grãos quanto para a forragem. Em estudos realizados por Pauletti et al. (2008) a adubação com esterco bovino não alterou a produtividade de soja, mas influenciou a produtividade de feijão na safra de 1999, já na safra de 2001 a produção de milho foi propiciada pelo esterco.

Um outro adubo muito utilizado na agricultura é o lodo de esgoto, este é obtido no tratamento de águas residuais e pode ser utilizado na agricultura por conter elevadas

quantidades de matéria orgânica (GOMES; NASCIMENTO; BIONDI, 2007). Segundo os estudos de Nascimento et al. (2004) a aplicação de lodo de esgoto aumentou os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio no solo, além de potencializar a produção de matéria seca da cultura de milho, embora abaixo da obtida pelo fertilizante mineral.

Atualmente, um novo sistema de confinamento de gado leiteiro está gerando um resíduo denominado como Compost Barn. Neste sistema o rebanho permanece em repouso confinado sobre uma cama formada por serragem, juntamente com lascas de madeira, palhas de milho, cascas de amendoim e café, bem como outros resíduos. Ao longo do confinamento é produzido rejeitos orgânicos oriundos do processo de compostagem e sua utilização na agricultura representa uma maneira equilibrada para fornecer nutrientes às plantas. Estudos evidenciaram que o solo adubado com o Compost Barn melhorou as suas características químicas, sendo recomendado a utilização visto que incorpora nutrientes ao solo, podendo auxiliar na produção agrícola (MOTA et al., 2019).

Na literatura encontra-se diversos trabalhos que envolvem a aplicação de adubos químicos, organominerais e orgânicos no cultivo de milho. Entretanto, vários estudos abordaram a produtividade em grãos e a rentabilidade destas aplicações, porém poucos estudos discorrem informações a respeito do comportamento dos metabólitos secundários produzidos pelas plantas após serem expostas pelas adubações.

3 METODOLOGIA

3.1 REAGENTES E SOLVENTES

Os reagentes utilizados foram: Álcool Metílico P.A. (ACS Alphatec[®]), Quercetina (Sigma-Aldrich[™]), Cloreto de Alumínio (Quimis[®]), Água Destilada, 2,2-Difenil-1-Picril-Hidrazil (Sigma-Aldrich[™]), Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich[™]), Ácido Gálico (Sigma-Aldrich[™]) e Carbonato de Sódio (Impex[®]).

3.2 INSTRUMENTAÇÃO

Estufa com Circulação e Renovação de Ar (Sollab[®], modelo SI102), Moinho de Facas Tipo Willye (micro) (Fortinox[®], modelo Star FT 48) e Espectrofotômetro UV/Vis (Thermo Scientific[™], modelo AquaMate TM).

3.3 LOCALIZAÇÃO E RECONHECIMENTO DO SOLO

Todas as amostras deste estudo foram conduzidas em vasos sob a casa de vegetação localizada na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Mundo Novo – Brasil, entre os meses de setembro e dezembro de 2017. O local do experimento se encontra entre as coordenadas 23°55'23" Sul e 54°17'13" Oeste, com altitude média de 320 metros. O clima do município é subtropical, com chuvas no período de outubro a março. A temperatura média do mês mais frio do ano varia entre 14°C e 15°C. As precipitações anuais variam de 1.400 a 1.700 mm.

O solo da região é vermelho-escuro com textura arenosa/média e média/argilosa, com pontos que apresentam elevada fertilidade natural e outros com elevada acidez (SENADE, 2015). Nesta localidade avaliou-se o desenvolvimento inicial da cultura do milho (*Zea mays* L.) com a utilização de diferentes fontes de adubos.

Foi realizada análise química e granulométrica do solo, os resultados estão na Tabela 1. A granulometria seguiu o método de pipeta e a caracterização química procedeu-se como segue: Cloreto de Cálcio por pH, Fósforo (P) e Potássio (K) por Mehlich, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Alumínio (Al) por KCL 1N, H+Al por Acetato de Cálcio pH 7,0 e a matéria orgânica (MO) por oxidação por dicromato de potássio.

TABELA 1 – ANÁLISE DO SOLO

Amostra de solo	Areia	Silte	Argila	pH	M O	P	K
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	CaCl ²	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³
	81,48	8,48	6,45	9,29	14,96	0,03	2,6
Amostra de solo	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	%
	78,16	1,3	0	0,7	3,93	4,63	84,9

FONTE: Laboratório: NUTRISOLO, Ivinhema (MS), 2017.

3.4 CULTIVO DAS AMOSTRAS

As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de 8 dm³, com sete adubações diferentes e cinco repetições de cada. Os tratamentos aplicados receberam uma denominação específica, como segue: sem adubação (T1), adubo mineral (formulação NPK: 12-17-11) (T2), adubo organomineral (formulação 05-08-08 + 8% de carbono orgânico) (T3), esterco bovino (T4), cama de frango (T5), lodo de esgoto puro (T6) e compost barn (T7), como apresentado na Tabela 2. Para os adubos mineral e organomineral aplicou-se uma quantidade equivalente a 300 kg ha⁻¹. Já para o esterco bovino, cama de frango, lodo de esgoto e Compost Barn foi utilizada uma quantidade equivalente a 6 mg ha⁻¹, ambas as quantidades são usualmente utilizadas pelos agricultores da região.

TABELA 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Tratamento	Denominação	Intervalo das Amostras
Sem Adubação	T1	1-5
Adubo Mineral	T2	6-10
Adubo Organomineral	T3	11-15
Esterco Bovino	T4	16-20
Cama de Frango	T5	21-25
Lodo de Esgoto	T6	26-30
Compost Barn	T7	31-35

FONTE: A Autora (2020).

Para caracterização dos resíduos orgânicos (esterco bovino, cama de frango, lodo de esgoto e compost barn), amostras dos mesmos foram enviadas para o Laboratório de Química de Solos da Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, para análises de micronutrientes e macronutrientes. O resultado das análises químicas dos resíduos encontram-se na Tabela 3. A determinação da matéria orgânica total, bem como o resíduo mineral insolúvel (RMI), o resíduo mineral (RM) e o resíduo mineral total (RMT) procedeu-se por combustão em Mufla (ALCARDE, 1998).

O métodos utilizado para determinação de carbono orgânico (CO) foi através da oxidação pelo dicromato seguido de titulação, já para determinação de nitrogênio total utilizou-se digestão sulfúrica (método de Kjeldahl), fósforo (P₂O₅) foi determinado por espectrofotômetro pelo método com a solução de vanadomolibdica, já a determinação de Potássio (K₂O) e Sódio (Na) procedeu-se por fotometria de chama. A determinação de Enxofre (S) gravimétrico de Sulfato de Bário, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Ferro (Fe) deu-se por extração com HCl por espectrofotômetro de absorção atômica, já Boro (B) a determinação foi por espectrofotometria da azometina-H (MAPA, 2014).

O preenchimento vasos ocorreu após a verificação da análise do solo, o mesmo foi peneirado e em seguida utilizou-se uma camada de 0-0,2 m de solo Argissolo Vermelho Amarelo de textura arenosa coletado no município de Mundo Novo (MS), como na Figura 1. Ressalta-se que não houve a necessidade de realizar a correção da acidez do solo com aplicação de calcário

TABELA 3 – ANÁLISE QUÍMICA DOS RESÍDUOS

Determinações	Composto Barn	Esterco Bovino	Cama de Frango	Lodo de Esgoto
MO. total (combustão)	41,23%	59,23%	49,67%	67,94%
Carbono Orgânico	20,97%	31,44%	25,27%	32,91%
Resíduo Mineral Total	58,31%	39,21%	47,78%	30,35%
Resíduo Mineral	30,65%	19,52%	45,10%	16,54%
Resíduo Mineral Insolúvel	27,66%	19,69%	2,68%	13,81%
Nitrogênio Total	1,61%	2,24%	2,71%	3,80%
Fósforo (P ₂ O ₅) Total	1,43%	1,25%	7,19%	2,70%
Potássio (K ₂ O) Total	1,80%	3,59%	4,11%	0,11%
Cálcio (Ca) Total	1,20%	0,95%	11,08%	2,27%
Magnésio (Mg) Total	0,42%	0,46%	1,66%	0,28%
Enxofre (S) Total	0,27%	0,46%	0,90%	0,82%
Cobre (Cu) Total	112 mg/kg	34 mg/kg	104 mg/kg	263 mg/kg
Manganês (Mn) Total	822 mg/kg	511 mg/kg	1099 mg/kg	653 mg/kg
Zinco (Zn) Total	268 mg/kg	115 mg/kg	1058 mg/kg	980 mg/kg
Ferro (Fe) Total	63319 mg/kg	27543 mg/kg	4014 mg/kg	15556 mg/kg
Boro (B) Total	11 mg/kg	9 mg/kg	23 mg/kg	7 mg/kg
Sódio (Na) Total	2247 mg/kg	6986 mg/kg	11896 mg/kg	863 mg/kg

FONTE: Laboratório de Química de Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", 2017

e/ou gesso, visto que tem-se ausência de alumínio trocável, bem como elevado valor de pH e saturação por bases, como abordado na tabela 2.

FIGURA 1 – PENEIRAMENTO E PREENCHIMENTO DOS VASOS



FONTE: UEMS (2017).

Para os tratamentos que receberam os resíduos orgânicos, os mesmos foram aplicados após o preenchimento dos vasos, já a aplicação dos adubos mineral e organomineral ocorreu no momento da semeadura, a disposição final dos adubos pode ser verificado na Figura 2. Plantou-se 5 sementes de milho por vaso, passados cinco dias de emergência, as plântulas foram desbastadas de forma manual, deixando-se apenas uma plântula por vaso. Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura avaliou-se características morfobiométricas, como altura, número de folhas e diâmetro basal do caule.

FIGURA 2 – APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS E ADUBAÇÃO MINERAL.



FONTE: UEMS (2017).

3.5 COLHEITA E EXTRAÇÃO

Com 60 dias, após a verificação dos parâmetros morfobiométricos, as plantas foram colhidas, cortando-as rente ao solo, de modo que a parte aérea ficasse separada da parte radicular. O solo do vaso passou por um processo de lavagem para retirada das raízes e demais impurezas, verificando ainda o comprimento e volume das raízes. Por fim, ambas as partes (aérea e radicular) foram acondicionadas separadamente em sacos de papel tipo kraft e levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas. Em seguida armazenadas novamente em sacos kraft e transportadas para a Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina.

A trituração foi realizada em moinho de facas do Tipo Willye (micro) com peneira granulométrica de 10 mesh, apresentado na Figura 3, na qual A refere-se a Parte Aérea e B a Parte Radicular. As extrações foram em triplicada, adicionando 5 mL de metanol P.A. em 0,5 gramas de cada amostra para os sete tratamentos. A solução material+solvente permaneceram em contato por sete dias a temperatura ambiente, em seguida filtradas e reservadas.

FIGURA 3 – AMOSTRAS TRITURADAS DA PARTE AÉREA E RAÍZES



FONTE: A Autora (2020).

3.6 AVALIAÇÃO DOS EXTRATOS

3.6.1 ANÁLISE DE FENÓIS TOTAIS

A determinação de fenóis totais seguiu uma adaptação da metodologia de Ferreira et al. (2015). Utilizou-se como padrão o Ácido gálico na faixa de concentração 10-500 ppm para o preparo da curva analítica. Ao se tratar dos extratos metanólicos do milho separou-se alíquotas de 100 μL adicionando-as juntamente com 2,5 mL de água destilada, 200 μL do reagente Folin-Ciocalteu e 1 mL de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 5% m/v. O branco foi preparado utilizando 100 μL de metanol juntamente com as demais quantidades de reagentes.

Após adicionar em triplicata todas as quantidades tanto para curva analítica, como para a análise do branco e dos extratos, as amostras foram armazenadas em ambiente escuro por 60 minutos, e em seguida realizou-se a leitura em espectrofotômetro UV/Vis em 750 nm.

3.6.2 ANÁLISE DE FLAVONOIDES

A determinação de flavonoides seguiu a metodologia proposta por Woisky e Salatino (1998), fazendo uso do padrão quercetina na faixa de concentração 1-50 ppm para a construção da curva analítica. Para as demais análises, foram pipetados 100 μL de cada extrato metanólico, 2,9 mL de metanol, 1,0 mL de solução de AlCl_3 (5% m/v), em triplicata. O branco seguiu as mesmas proporções de metanol e solução de AlCl_3 (5% m/v) somados com mais 100 μL de metanol. Após 60 minutos em ambiente escuro e procedeu-se a leitura espectrofotômetro UV/Vis em 425 nm.

3.6.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A determinação da atividade antioxidante presentes nos extratos foi realizada pelo método de captura de radicais livres. Este método se baseia na redução do radical 2,2-Difenil-1-Picril-Hidrazil - DPPH, que se fixa a um radical H^\bullet do antioxidante presente, removendo-o. Utilizou a metodologia proposta por Lima et al. (2012) no qual realizou-se em triplicata adicionando-se 100 μL de cada extrato metanólico, 2,9 mL de metanol e 1,0 mL de solução de DPPH ($6 \times 10^{-5} \text{M}$). Para a preparação do branco, utilizou-se as mesmas proporções, substituindo os 100 μL de cada extrato das amostras por 100 μL de metanol. Em seguida, a análise foi realizada em espectrofotômetro UV/Vis em 515 nm.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

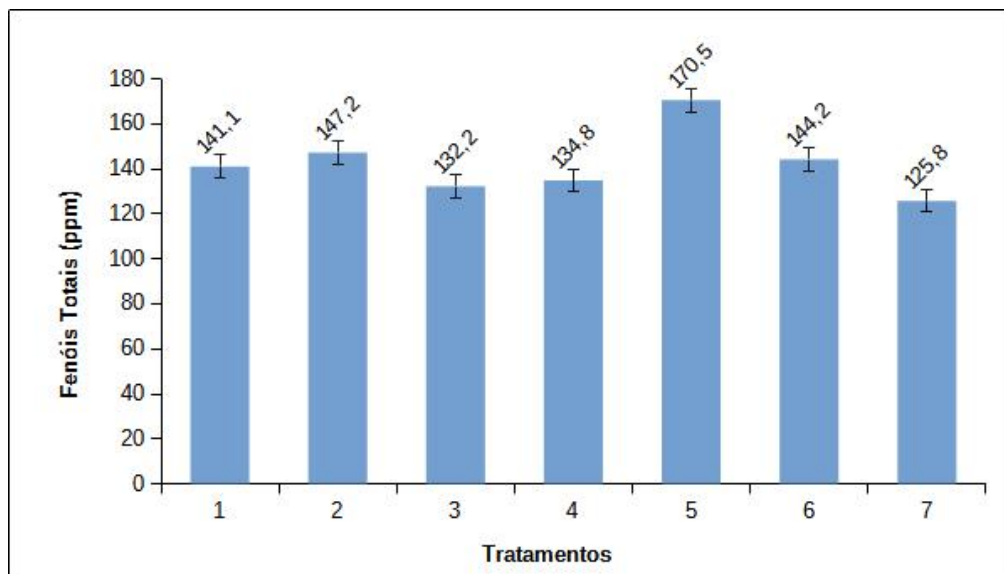
4.1 ANÁLISE DE FENÓIS

Os resultados da análise de fenóis totais apresentados na Figura 4 obtidos por Espectrofotometria UV/VIS, mostraram diferenças significativas no teor fenólico na parte aérea. Nota-se que a presença de fenóis variou entre 125,8 ppm e 170,5 ppm para os sete tratamentos diferentes. Entretanto, o tratamento 5, cama de frango apresentou o maior teor de absorção, isto mostra que esta adubação repercutiram um estresse maior na planta sendo capaz de afetar a síntese destes compostos e potencializar a produção de fenóis.

Já nas raízes os resultados da absorção de fenóis totais encontra-se na Figura 5, na qual a adubação, cama de frango, não apresentou as maiores concentrações, porém encontra-se na terceira colocação de tratamento que mais repercutiu a produção de fenóis, resultando na absorção de 97,3 ppm. Assim, nota-se que o tratamento 1, sem adubação, teve o maior teor de fenóis totais, com 111,5 ppm. Logo os tratamentos direcionaram respostas diferentes na parte aérea e no sistema radicular das plantas.

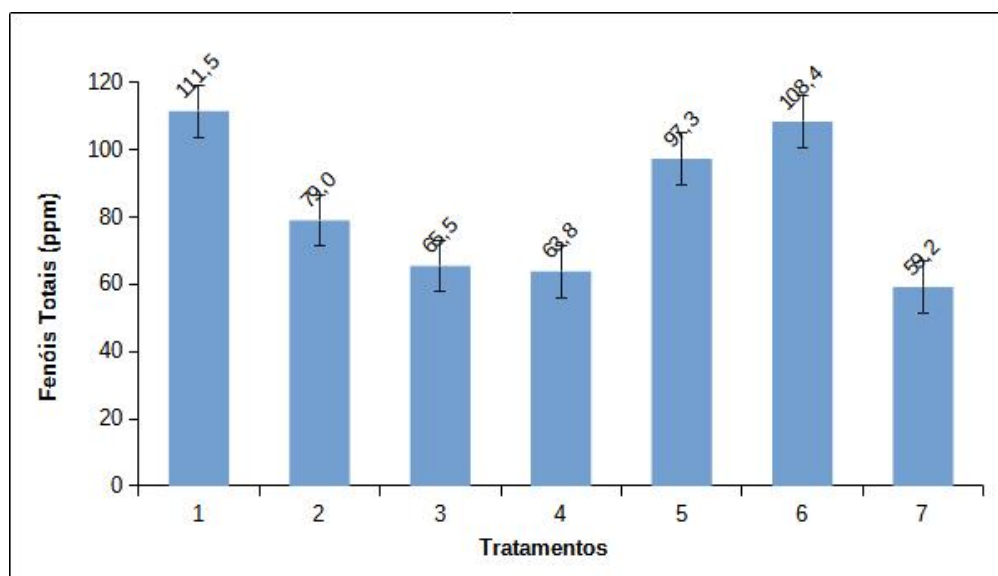
A produção de metabólitos secundários, principalmente os derivados fenólicos são afetados pelos macronutrientes presentes no solo. Segundo os estudos de Gobbo-Neto e Lopes (2007), solos pobres em nutrientes, logo com menores taxas de crescimento da planta resultam na potencialização da produção de derivados fenólicos. Ressalta-se que ha estudos controversos, isto pois, a produção de compostos fenólicos pode ser afetada por outros fatores, como a composição do solo, em especial, a cama de frango. Segundo as pesquisas de Fukayama (2008) a cama de frango pode ser composta por diferentes materiais, ter influência do balanço nutricional dos frangos pois este é variável, além da reutilização da mesma cama para vários lotes e outros fatores.

FIGURA 4 – ANÁLISE DE FENÓIS (PARTE AÉREA).



FONTE: A Autora (2020).

FIGURA 5 – ANÁLISE DE FENÓIS (PARTE RADICULAR).



FONTE: A Autora (2020).

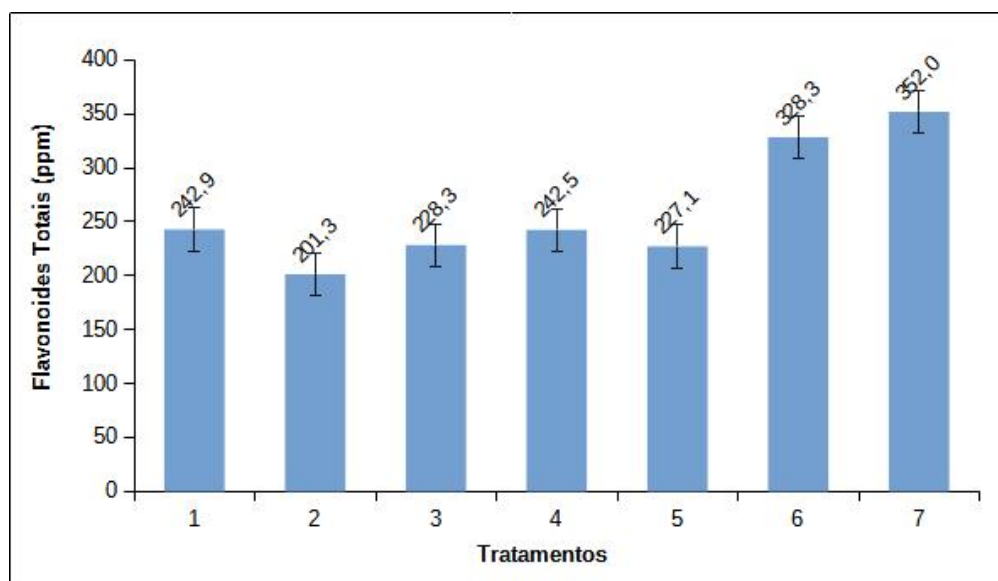
4.2 ANÁLISE DE FLAVONOIDES

A análise da parte aérea das plantas visando verificar o teor de flavonoides repercutiu nos resultados apresentados na Figura 6. Já os resultados do sistema radicular encontram-se na Figura 7. Verifica-se que a variação de absorvância no sistema aéreo encontra-se entre 201,3 ppm e 352,0 ppm, e no sistema radicular está entre 12,3 ppm e 51,3 ppm, estas variações na parte aérea e radicular evidenciam que as plantas sofrem estresses diferentes.

Segundo o Ross e Kasum (2002) a quantidade de flavonoides produzido pela planta depende de fatores como genética, processamento, armazenamento, condições ambientais como luminosidade, disponibilidade hídrica, temperatura, clima entre outros. Porém ambos os citados permaneceram constante no presente estudo para todas as amostras, visto que somente a oferta de nutrientes por parte da adubação foi variada. Deve-se ressaltar que os flavonoides incluem-se na classe dos compostos fenólicos, logo também são afetados pelos nutrientes dispostos no solo. De acordo com Gobbo-Neto e Lopes (2007), um solo pobre em nutrientes essenciais para o desenvolvimento da planta, repercutirá em valores elevados de flavonoides.

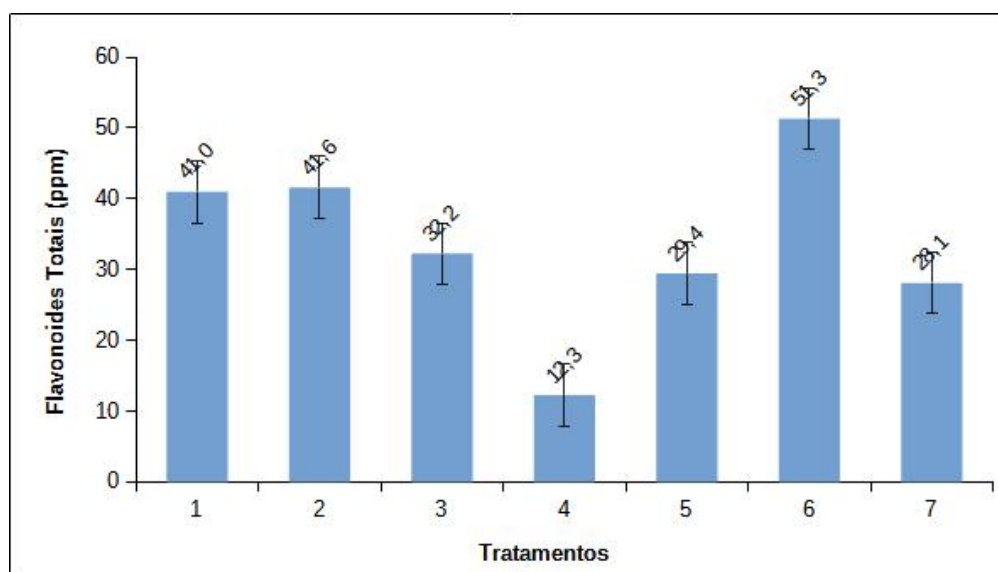
Desta forma, a adubação 7, denominada como compost barn repercutiu na maior concentração de flavonoides, na parte aérea. Já a adubação 6, conhecida como Lodo de esgoto, se mostrou mais eficaz na parte radicular. Estes resultados devem-se novamente a composição adubação, evidências justificam que os resultados devem-se a aplicação direta dos adubos, sendo tóxicos e potencializando a produção de flavonoides. Ressalta-se que a produção de flavonoides resulta em taxas reduzidas no crescimento da planta. Os estudos de Silva et al. (2020) também evidenciaram que plantas de milho tiveram o desenvolvimento bem como rendimento afetado pela aplicação das adubações compost barn e lodo de esgoto.

FIGURA 6 – ANÁLISE DE FLAVONOIDES (PARTE AÉREA).



FONTE: A Autora (2020).

FIGURA 7 – ANÁLISE DE FLAVONOIDES (PARTE RADICULAR).



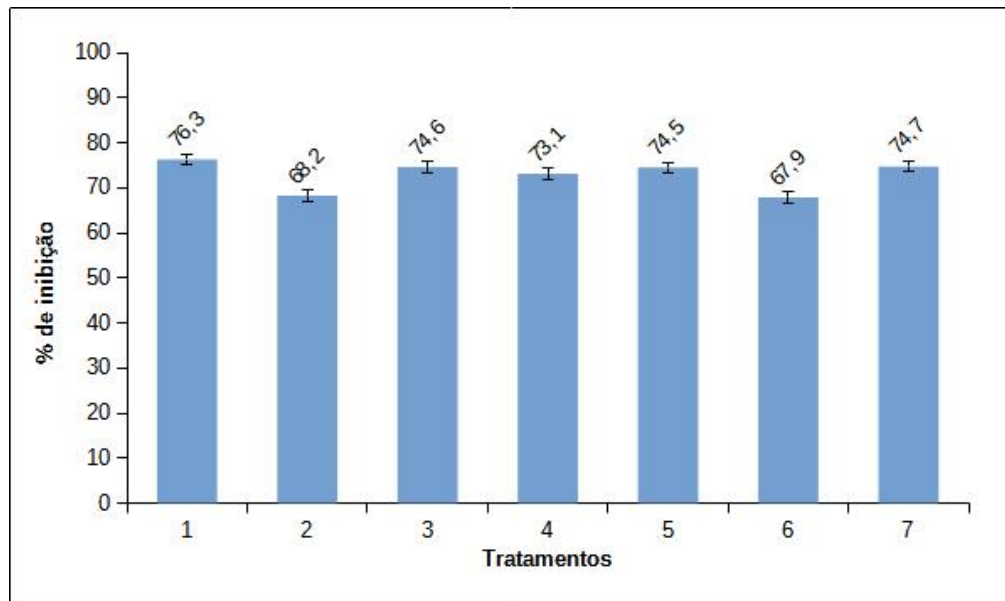
FONTE: A Autora (2020).

4.3 ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A análise da atividade antioxidante resultou nos percentuais de inibição apresentados na Figura 8 para a parte aérea e na Figura 9 para o sistema radicular. Nota-se que em ambas as partes (aérea e radicular) a adubação 1, sem adubação, se mostrou mais eficaz com 76,3% e 49,0%, respectivamente.

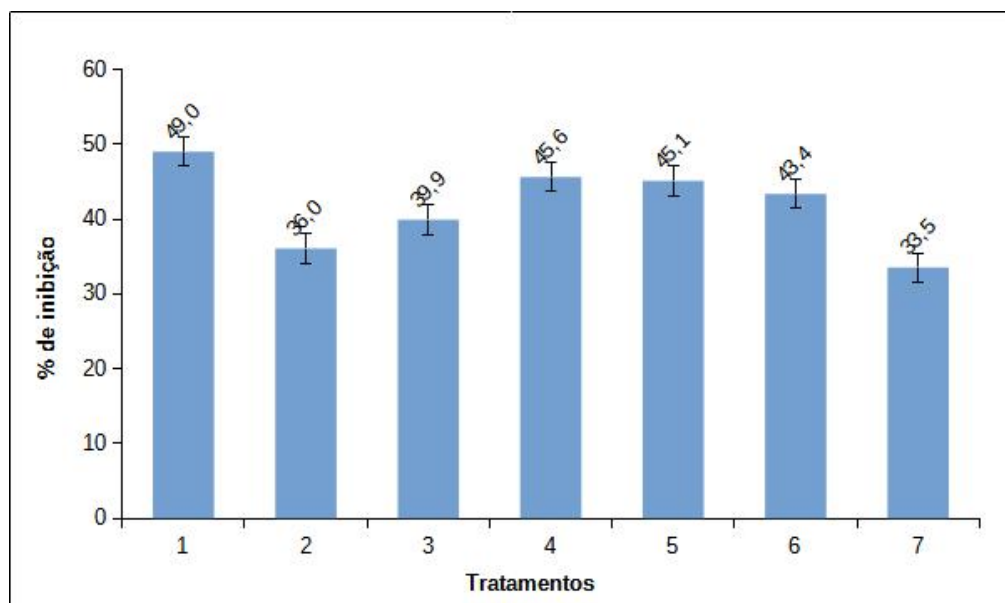
A atividade antioxidante, segundo Araújo (2012) atua suprindo espécies reativas de oxigênio, que dependo do estresse pode potencializar uma maior produção de antioxidantes

FIGURA 8 – ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (PARTE AÉREA).



FONTE: A Autora (2020).

FIGURA 9 – ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (PARTE RADICULAR).



FONTE: A Autora (2020).

na planta, logo depende no nível e da duração do estresse. De acordo com Junior (2018) é o estresse da planta que potencializa a produção de antioxidantes, este por sua vez, está relacionado às condições ambientais, como a salinidade, temperatura e déficit hídrico, entre outros. Portanto, hipóteses levantadas justificam as pequenas variações nos percentuais de inibição, tanto para a parte aérea como pra as raízes, visto que obteve-se respectivamente a variação entre 67,9% à 76,3% e 33,5% à 49,0%, logo a adubação afetou indiretamente a

produção de espécies antioxidantes.

Estudos como o de Junior (2018), apontam que a composição do solo e a presença de sais também afetam diretamente a produção de antioxidantes. Vários estudos evidenciaram também que a forma de cultivo e a adubação interfere de maneira geral nos níveis de antioxidantes produzidos nas plantas (CAMPOS, 2015), (COELHO, 2016), (LIMA; VIANELLO, 2010), (FEBA, 2016). Vale ressaltar que outros fatores também podem influenciar, tais como variabilidade genética, espécie, pragas e demais condições climáticas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as amostras de milho cultivadas apresentaram teores fenólicos, flavonoides e ação antioxidante. Entretanto, os teores foram diferente para cada tratamento tanto na parte aérea como nas raízes.

Evidenciou-se que tanto a adubação mineral e organomineral viabilizam possíveis efeitos positivos visto que apresentaram menores teores de fenóis totais e flavonoides. Já os tratamentos lodo de esgoto e sem adubação apresentaram, em geral, nas três análises realizadas teores elevados de fenóis totais, flavonoides e atividade antioxidante apontado para possíveis resultados negativos frente ao bom desenvolvimento da planta.

Já os adubos cama de frango, esterco de bovino e compost barn exibiram teores medianos frente a análise de fenóis e flavonoides. Este fato indica um bom desenvolvimento da cultura de milho de maneira geral, além de contribuir na reduções de custos no produção, juntamente com outras vantagens como a destinação adequada para os resíduos orgânicos, vantagens sociais e beneficiamento de sistemas integrados de lavoura-pecuária, entre outros.

Entretanto devem ser realizados novos estudos a fim de verificar as respostas produzidas na planta frente as diferentes doses e intervalos de aplicação dos adubos, levando em consideração que solos pobres em nutrientes essenciais acarretam a produção intensificada de metabólitos secundários. Além disso, é importante ter conhecimento das necessidade do solo e do cultivo a ser iniciado, visando equilíbrio entre os produtos gerados pelo metabolismo secundário da planta.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. **Manual de Análise de Fertilizantes**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 239 p. Citado na página 18.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1–9, 2007. Citado na página 14.
- AOKI, H.; KUZE, N.; KATO, Y.; EI, S.; PRIOR, F. I. Anthocyanin isolated from purple corn (zea mays l). **Foods Food Ingredients J. Jpn**, v. 199, n. 01, 2001. Citado na página 12.
- ARAÚJO, T. A. S. **Atividade antioxidante de plantas medicinais da caatinga e mata atlântica: aspectos etnobotânicos e ecológicos**. 138 p. Dissertação (Doutor em Obtenção e avaliação de produtos naturais e bioativos) — Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Recife, PE, 2012. Citado na página 24.
- BARBOSA, W. S. S. **Milho cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada**. 116 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 9, 12 e 13.
- BENITES, V. M.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In: **FERTBIO. Anais**. Guarapari, ES, 2010. p. 1–5. Citado na página 15.
- BORBA, M. A. **Repostas fisiológicas da cultura do milho à diferentes manejos de adubação**. 2018. Monografia (Engenheiro Agrônomo), UFPB (Universidade Federal da Paraíba), Areia, PB, Brasil. Citado na página 9.
- CAMPOS, M. G. **Efeito da adubação orgânica na produção de fitomassa e nos compostos bioativos de Passiflora incarnata L.** 78 p. Dissertação (Mestra em Agronomia (Horticultura)) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2015. Citado na página 26.
- CAPOCCHI, A.; BOTTEGA, S.; SPANÒ, C.; FONTANINI, D. Phytochemicals and antioxidant capacity in four Italian traditional maize (zea mays l.) varieties. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 68, n. 5, p. 1–10, 2016. Citado na página 12.
- COELHO, D. V. B. S. A. **Produção de biomassa e atividade antioxidante de Campomanesia adamantium (Cambess.) o. Berg cultivada em substratos com resíduos orgânicos**. 50 p. Dissertação (Mestra em Agronomia (Bioprospecção)) — Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Dourados, MS, 2016. Citado na página 26.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Décimo primeiro levantamento, v.7 - safra2019/20**. 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 1 de setembro de 2020. Citado na página 9.
- CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Embrapa** — Desafios do agronegócio brasileiro, Brasília, DF, n. 2, p. 45, 2019. Citado na página 9.

CRISTIANINI, M.; SÁNCHEZ, J. S. G. Extraction of bioactive compounds from purple corn using emerging technologies: A review. **Journal of Food Science**, v. 84, n. 4, p. 862–869, 2020. Citado na página 12.

CRUZ, W. P.; SALGADO, F. H. M.; JÚNIOR, D. F. F.; FIDELIS, R. R. Nutrição e genética na ocorrência de pragas, inimigos naturais e ataque de minadoras em feijão comum (*phaseolus vulgaris*). **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, p. 74–81, 2 2012. Citado na página 10.

DAMIÁN-MEDINA, K.; SALINAS-MORENO, Y.; MILENKOVIC, D.; FIGUEROA-YÁÑEZ, L.; MARINO-MARMOLEJO, E.; HIGUERA-CIAPARA, I.; VALLEJO-CARDONA, A.; LUGO-CERVANTES, E. In silico analysis of antidiabetic potential of phenolic compounds from blue corn (*zea mays l.*) and black bean (*phaseolus vulgaris l.*). **Heliyon.**, v. 6, 2020. Citado na página 12.

DIAS, M. C. O.; PEREIRA, M. C. B.; DIAS, P. L. F.; VIRGÍLIO, J. F. **Manual de Impactos Ambientais: Orientações básicas sobre Aspectos Ambientais de Atividades Produtivas**. Fortaleza-CE: Banco do Nordeste, 1999. Citado na página 15.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, n. 24, p. 97–138, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 15.

FEBA, L. G. T. **Produção de biomassa, síntese de compostos fenólicos e atividade antioxidante em Passiflora incarnata L. mediante adubação orgânica e diferentes períodos de corte nas condições da região oeste do estado de São Paulo**. 62 p. Dissertação (Mestra em Agronomia (Tecnologia e Produção Vegetal) — Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2016. Citado na página 26.

FERREIRA, V. B.; SILVA, T. T. C.; COUTO, S. R. M.; SRUR, A. U. O. S. Total phenolic compounds and antioxidant activity of organic vegetables consumed in brazil. **Food and Nutritiom Science**, v. 6, p. 798–804, 2015. Citado na página 21.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. 121 p. Dissertação (Doutor em Zootecnia) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2008. Citado na página 22.

GIORDANO, D.; BETA, T.; VANARA, F.; BLANDINO, M. Influence of agricultural management on phytochemicals of colored corn genotypes (*zea mays l.*) – part i: Nitrogen fertilization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 17, p. 4300–4308, 2018. Citado na página 12.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 30, n. 2, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

GOMES, S. B. V.; NASCIMENTO, C. W. A.; BIONDI, C. M. Produtividade e composição mineral de plantas de milho em solo adubado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 11, n. 5, p. 459–465, 2007. Citado na página 16.

GUEVARA, M. P. **Fertilização nitrogenada na produção de duas variedades de milho roxo cultivadas no Sul do Brasil**. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2020. Citado na página 12.

JUNIOR, D. C. F. **Teor de lignina e respostas antioxidantes de milho forrageiro sob estresse salino e ácido salicílico exógeno**. 59 p. Dissertação (Mestra em Agronomia (Produção Vegetal)) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Fertilidade de solos: adubação orgânica. In: CRUZ, J. C. (ED.). **CULTIVO DO MILHO**. 4. ED. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, MG, 2008. p. 1–6. Citado na página 15.

LIMA, G. P. P.; VIANELLO, F. Review on the main differences between organic and conventional plant-based foods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 1–13, 2010. Citado na página 26.

LIMA, M. A.; TEIXEIRA, L. N.; SOUZA, P. B.; SILVA, M. J. M.; CARVALHO, L. F. M. Determinação de fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante da pimenta dedo-de-moça (*capsicum baccatum* var. *pedulum*) comercializada na cidade de imperatriz - ma. **VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, Palmas - Tocantins, 2012. Citado na página 21.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e npk na cultura do milho (*zea mays* l.). **PUBVET**, Campina Grande, PB, v. 11, n. 5, p. 501–512, 2017. Citado na página 10.

MAPA. **Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes Minerais, orgânicos, Organominerais e Corretivos**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento., 2014. Citado na página 18.

MARTINS, D. C.; RESENDE, V.; GALVÃO, J. C. C.; SIMÃO, E. P.; ALMEIDA, G. O.; FERREIRA, H. L. Características agronômicas de milho adubado com fertilizantes organominerais a base de cama de frango e fosfatos. In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. - "MILHO E SORGO: INOVAÇÕES, MERCADOS E SEGURANCA ALIMENTAR". **Anais**. Bento Gonçalves, RS, 2016. p. 1–4. Citado na página 15.

MELO, R. F.; L., B. L. T.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 2, p. 1264–1267, 2009. Citado na página 9.

MIRANDA, R. A.; LÍCIO, A. M. A.; PURCINO, A. A. C.; PAULINELLI, A.; PARENTONI, S. N.; DUARTE, J. O.; NETO, M. M. G.; LANDAU, E. C.; QUEIROZ, V. A. V.; OLIVEIRA, I. R. **Diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia produtiva do milho no Brasil**. 1. ed. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. Citado na página 9.

MOTA, V. C.; ANDRADE, E. T.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R.; LEITE, D. F. Utilization of bedded cattle confinement for organic manure of maize crop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 23, n. 8, p. 620–624, 2019. Citado na página 16.

NASCIMENTO, C. W. A.; BARROS, D. A. S.; MELO, E. E. C.; OLIVEIRA, A. B. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 385–392, 2004. Citado na página 16.

NETO, J. R. C.; BOSCAINI, R. Grãos ardidos em milho: Uma revisão. **Revista Científica Rural**, Bajé, RS, n. 2, p. 21, 2019. Citado na página 9.

PASCUAL-TERESA, S.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J. C. Lc–ms analysis of anthocyanins from purple corn cob. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, p. 1003–1006, 2002. Citado na página 12.

PAULETTI, V.; M. BARCELLOS; MOTTA, A. C. V.; SERRAT, B. M.; SANTOS, I. R. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral. **Scientia Agraria**, Curitiba, PR, v. 9, n. 2, p. 199–205, 2008. Citado na página 15.

PEDRESCHI, R.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Phenolic profiles of andean purple corn (zea mays l.). **Food Chemistry**, v. 100, p. 956–963, 2007. Citado na página 12.

PEREIRA, N. **Adubação do crambe com dejetos de animais**. 4 p. Dissertação (Mestra em Engenharia de Energia na Agricultura) — Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 15.

REMPELOS, L.; ALMUAYRIFI, A. M.; BARANSKI, M.; TETARD-JONES, M. E. C.; SHOTTON, P.; CAKMAK, I.; OZTURK, L.; COOPER, J. M.; VOLAKAKIS, N.; SCHMIDT, C.; SUFAR, E.; WANG, J.; WILKINSON, A.; ROSA, E. A. S.; ZHAO, B.; ROSE, T. J.; LEIFERT, C.; BILSBORROW, P. Effects of agronomic management and climate on leaf phenolic profiles, disease severity and grain yield in organic and conventional wheat production systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 40, p. 10369–10379, 2018. Citado na página 14.

ROSS, J. A.; KASUM, C. M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annual Review of Nutrition**, v. 22, p. 19–34, 2002. Citado na página 23.

SANTOS, A. F.; MENEZES, R. S. C.; FRAGA, V. S.; PÉREZ-MARIN, A. M. Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 14, n. 12, p. 1267–1272, 2010. Citado na página 9.

SENADE. **Estudo da Dimensão Territorial do Estado de Mato Grosso do Sul**: Regiões de planejamento. 2015. Disponível em: <http://www.semagro.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/estudo_dimensao_territorial_2015.pdf>. Acesso em: 9 de outubro de 2020. Citado na página 17.

SILVA, J.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, M.; SILVA, K. M. B. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Página do Horticultor**, v. 22, n. 2, p. 326–331, 2004. Citado na página 15.

SILVA, L. F. P.; ROSSET, J. S.; OZÓRIO, J. M. B.; CASTILHO, S. C. P.; MARRA., L. M. Desenvolvimento da cultura do milho e carbono orgânico total sob diferentes fontes de abudos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, PR, v. 13, n. 4, p. 1509–1532, 2020. Citado na página 23.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669–692, 2010. Citado na página 14.

SOUSA, R. F.; SOUSA, J. A. Metabólicos secundários associados a estresse hídrico e suas funções nos tecidos vegetais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 11, n. 01, p. 01–08, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.

VIEIRA, M. C. Alimentos funcionais. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 13, n. 4, p. 260–262, 2003. Citado na página 12.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. 1. ed. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010. Citado 3 vezes nas páginas 10, 13 e 14.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 2, p. 2304–309, 1997. Citado na página 12.

WOISKY, R. G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. **Journal of Apicultural Research**, v. 37, n. 2, p. 99–105, 1998. Citado na página 21.

XIN, H.; ABEYSEKARA, S.; ZHANG, X.; YU, P. Magnitude differences in agronomic, chemical, nutritional, and structural features among different varieties of forage corn grown on dry land and irrigated land. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 9, p. 2393–2391, 2015. Citado na página 12.

ŽILIĆ, S.; SERPEN, A.; AKILLIOGLU, G.; GOKMEN, V.; VANCETOVIC, J. Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*zea mays* l.) kernels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 5, p. 1224–1231, 2012. Citado na página 12.