

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA**

GABRIEL PASINATTO

**RESPOSTA DO MILHO PIPOCA À APLICAÇÃO DE DEJETO
LÍQUIDO DE SUÍNOS COMO FONTE DE NITROGÊNIO**

**FREDERICO WESTPHALEN, RS
2021**

Gabriel Pasinatto

**RESPOSTA DO MILHO PIPOCA À APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE
SUÍNOS COMO FONTE DE NITROGÊNIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof. Dr. Claudir José Basso

Gabriel Pasinato

**RESPOSTA DO MILHO PIPOCA À APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE
SUÍNOS COMO FONTE DE NITROGÊNIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Aprovado em:

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)
(Orientador)

Marcelo Farias, Dr. (UFSM)

Janine Diéle Feltes (UFSM)

Frederico Westphalen, RS

2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe Simone Edithe Danzer, que sempre foi o pilar essencial para minha vida, me fornecendo todo suporte e incentivo para que conseguisse chegar até aqui. À você mãe, minha eterna gratidão e meu amor eterno.

AGRADECIMENTOS

A chegada neste momento não foi fácil, muitas lutas foram necessárias para que este sonho se concretiza-se, agradeço muito a todos que estiveram ao meu redor e se mostraram fundamentais em minha vida.

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida, pelas bênçãos que venho recebendo e por sempre estar comigo em toda minha caminhada.

Agradeço a pessoa que fez esse sonho se tornar realidade, minha mãe Simone Edithe Danzer, sem você eu não teria chegado a lugar algum, você me ensinou e mostrou o caminho certo a seguir, sempre fomos nós e sempre será nós, te amo e agradeço por tudo, você tem minha eterna gratidão. Agradeço também a toda minha família (avó, tios, primos e padrinhos) que sempre me guiaram para seguir no caminho certo e sempre mostraram o valor do estudo.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas que estiveram ao meu lado durante à caminhada na universidade, em especial agradeço aos meus amigos Alexandre, Eduardo e Henrique por sempre terem me auxiliado, sem a ajuda e amizade de vocês a caminhada seria muito mais difícil. Agradeço aos meus colegas de Grupo PET -Ciências Agrárias por todo companheirismo durante o curso, sou muito grato pelo auxílio de vocês. Ao meu amigo e colega de apartamento Leonardo, obrigado por tudo. Também agradeço ao Ezequiel, por todo suporte para elaboração deste trabalho. Aos professores e amigos Sandro Amorim e Camila Copetti, que sempre estiveram ao meu lado me dando conselhos e apoio. E ao meu amigo Sinomar por todo incentivo e auxílio durante esses últimos meses.

Agradeço ao Grupo de Pesquisa em Plantas de Lavoura, a todos os integrantes pela grande amizade construída e pela dedicação, não medindo esforços para ajudar sempre que fosse necessário, em especial agradeço ao Mateus por toda ajuda desde à chegada no grupo.

Ao meu orientador Dr. Claudir José Basso, por todo auxílio, dedicação e conhecimento transmitido e por toda colaboração durante a elaboração deste trabalho. Obrigado professor por ser um grande exemplo para mim, uma pessoa de caráter, ética e conduta, o senhor é um exemplo que levo para minha vida.

Por fim agradeço aos professores da Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, os quais me orgulho imensamente e serei eternamente grato por todos os ensinamentos passados.

*O trabalho duro ganha do talento
Quando o talento não trabalha duro.*

[Kevin Durant]

RESUMO

RESPOSTA DO MILHO PIPOCA À APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS COMO FONTE DE NITROGÊNIO

AUTOR: Gabriel Pasinato

ORIENTADOR: Prof. Dr. Claudir José Basso

O milho pipoca se trata de um tipo especial de milho, que apresenta grãos que possuem capacidade de estourar quando submetidos à elevadas temperaturas. A cultura vem aumentando sua área de cultivo, devido a grande aceitação do mercado pelo produto, fazendo com que o Brasil seja o segundo maior produtor mundial de milho pipoca. Devido a sua grande importância, a cultura precisa de um manejo adequado em termos nutricionais, principalmente, quando se trata do nitrogênio. O objetivo desse estudo foi avaliar doses de Dejeto Líquido de Suínos (DLS) em alguns componentes de produtividade e no rendimento final de grãos do milho pipoca. O experimento foi conduzido na safra 2020/2021 na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen/RS, em delineamento de blocos casualizados em um esquema fatorial com cinco tratamentos: T1- Testemunha; T2- 50 m³ ha⁻¹ de DLS; T3- 100 m³ ha⁻¹ de DLS; T4- 150 m³ ha⁻¹ de DLS; T5- 200 m³ ha⁻¹ de DLS. As variáveis foram: Altura de Inserção da Espiga, Número de Grãos por Fileira, Número de Grãos por Espiga, Prolificidade e Produtividade foram afetadas de forma significativa pelos tratamentos estudados. O dejetos líquido de suínos foi suficiente para suprir a necessidade de nitrogênio para a cultura, sendo uma alternativa para o manejo de nitrogênio nesta cultura, sendo que na dose de 134 m³ ha⁻¹ de DLS atingiu-se a maior produtividade.

Palavras chaves: *Zea mays* L. var. *everta*. Dejeto líquido de Suínos.

ABSTRACT

RESPONSE OF POPCORN CORN TO THE APPLICATION OF SWINE LIQUID WASTE AS A NITROGEN SOURCE

AUTHOR: Gabriel Pasinato
ADVISER: Prof. Dr. Claudir José Basso

Popcorn corn is a special type of corn, which has grains that have the ability to pop when subjected to high temperatures. The crop has been increasing its cultivation area, due to the great market acceptance of the product, making Brazil the second largest producer of popcorn in the world. Due to its great importance, the culture needs an adequate management in terms of nutrition, especially when it comes to nitrogen. The aim of this study was to evaluate doses of Swine Liquid Manure (DLS) in some yield components and in the final grain yield of popcorn. The experiment was carried out in the 2020/2021 season in the experimental area of the Federal University of Santa Maria campus Frederico Westphalen/RS, in a randomized block design in a factorial scheme with five treatments: T1- Witness; T2- 50 m³ ha⁻¹ of DLS; T3- 100 m³ ha⁻¹ of DLS; T4- 150 m³ ha⁻¹ of DLS; T5- 200 m³ ha⁻¹ of DLS. The variables were: Ear Insertion Height, Number of Grains per Row, Number of Grains per Ear, Prolificity and Productivity were significantly affected by the studied treatments. The swine liquid manure was enough to supply the nitrogen requirement for the culture, being an alternative for the nitrogen management in this culture, being that in the dose of 134 m³ ha⁻¹ of DLS the highest productivity was reached.

Keywords: Zea mays L. var. evert. Swine liquid manure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Figura 1 - Precipitação média nos meses de condução do experimento.	22
Figura 2 - Análise de regressão para a altura de inserção da espiga.	23
Figura 3 - Análise de regressão para a prolificidade.	25
Figura 4 - Análise de regressão no número de grãos por fileira.....	26
Figura 5 - Análise de regressão para o número de grãos por espiga.	27
Figura 6 - Análise de regressão produtividade.	27
Tabela 1 - Quadrados Médios e Níveis de Significância das variáveis analisadas Altura de Planta (AP), Altura de Inserção da Espiga (AIE), Diâmetro do colmo (DC), Prolificidade (PROLIF), Comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Diâmetro do sabugo (DS), Empalhamento (EP), Número de fileiras por espiga (NFE), Número de grãos por fileira (NGF), Número de grãos por espiga (NGE), Massa de mil grãos (MMG) e Produtividade (PROD).....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	CARACTERÍSTICAS DA PLANTA DO MILHO PIPOCA.....	13
2.2	NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO PIPOCA	14
2.3	DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS.....	16
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O milho pipoca é um tipo especial de milho que apresenta grãos pequenos e duros, que quando submetidos a uma elevada temperatura, possuem a característica de estourar. Esta cultura vem aumentando sua área de cultivo ao longo dos anos, já que o produto tem boa aceitação no mercado nacional e que faz do Brasil atualmente, o segundo maior produtor mundial (SANTOS, 2019). Apesar da grande importância do Brasil no cenário mundial, a adesão dos produtores ao cultivo da pipoca ainda é muito baixa, principalmente, pela dificuldade de manejo da cultura, pela alta susceptibilidade a doenças, pragas, acamamento e também pela dificuldade de escoação da produção (SAWAZAKI, 2001; PEREIRA FILHO, 2007).

Dentro dos manejos que a cultura necessita, a aplicação de nitrogênio (N) é de fundamental importância devido ser um nutriente essencial a planta e estando presente na composição de aminoácidos e proteínas, além de estar presente também em enzimas e macromoléculas (SANTOS, 2020). Por ser o nitrogênio o nutriente absorvido em maior quantidade, seu manejo com foco em uma boa disponibilidade ao longo de todo o ciclo da cultura é um fator importante no cultivo da pipoca (JANDREY, 2019).

Quanto a aplicação tradicional do nitrogênio, seu manejo normalmente é realizado com uma aplicação na base no momento da semeadura e mais duas aplicações em cobertura nos estádios vegetativos de V4 e V6 quando se aplica, única e exclusivamente, a adubação mineral. Nesse caso da adubação mineral, a principal fonte utilizada pelos produtores é a ureia, que tem sido apontada como um dos componentes que impacta fortemente no custo de produção do milho pipoca. Como alternativa de substituição total e/ou parcial a ureia como fonte de N, está o dejetivo líquido de suínos (DLS), um resíduo gerado nas unidades de criação de suínos, que se não bem manejado, pode potencializar os riscos ambientais pelo seu caráter poluente, principalmente dos recursos hídricos. Sua utilização em áreas de lavoura, tem sido apontada como a principal alternativa e estratégia de manejo sob o ponto de vista ambiental, já que este possui potencial fertilizante, principalmente com relação ao N, podendo diminuir a utilização da adubação mineral reduzindo assim, os custos de produção da cultura (SEIDEL *et al.*, 2010).

No DLS, o principal nutriente encontrado é o nitrogênio, variando seus teores conforme o tipo de armazenamento, sistema de criação (cria, recria engorda). Do total de N no DLS, 40 a 70% se encontra na forma amoniacal (AITA; PORT; GIACOMINI, 2006), prontamente disponível para as plantas. Essa alta disponibilidade de N com aplicação do DLS antes mesmo do estabelecimento da cultura já que o mesmo é aplicado antes da semeadura, é um dos fatores

negativos da utilização desse resíduo no comparativo a adubação mineral pela falta de sincronismo entre a disponibilidade no solo e a demanda pela planta diferente do observado para o N mineral aplicado nos momentos de maior demanda pela planta. Por outro lado, parte do N total do DLS está na forma orgânica e que pode ser mineralizado de forma gradual ao longo do ciclo o que pode ser importante também para a cultura.

Por isso, a hipótese que fundamenta esse trabalho é que, a aplicação de DLS é uma importante alternativa para substituir total ou parcialmente a adubação mineral no milho pipoca. Neste sentido, Por isso o objetivo desse estudo foi avaliar doses de DLS em alguns componentes de produtividade e no rendimento final de grãos o milho pipoca.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA DO MILHO PIPOCA

A cultura de milho pipoca se trata de uma espécie de milho que tem como característica que o diferencia das demais espécies de milho, grãos pequenos, duros e que estouram quando são aquecidos em elevadas temperaturas, normalmente próximos dos 180 °C (SAWAZAKI, 2001). A capacidade do milho pipoca “estourar” está relacionada com a capsula fina que está envolta do grão. Esta capsula se rompe quando se aumenta a pressão interna do grão, que ocorre quando a umidade do grão se transforma em vapor e faz com que o grão estoure e forme a pipoca (CORRÊA *et al.*, 2001).

O milho pipoca é uma cultura anual, herbácea, caracterizada como uma planta C4, que apresenta uma alta eficiência no aproveitamento da luz e que apresenta problemas quando se tem redução na intensidade luminosa. As condições climáticas são muito importantes para que ocorra o adequado desenvolvimento da cultura, neste sentido, a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura vai de 24-30 °C, sendo necessária uma quantidade de 660 mm de água durante o ciclo para que a cultura se desenvolva de maneira adequada. Para que a cultura atinja altos tetos produtivos, é importante que se maneje a época de semeadura conforme a região do país. Na região Sul do Brasil, a semeadura entre os meses de agosto a novembro é indicada e tecnicamente recomendada para se atingir melhores rendimentos (CRUZ *et al.*, 1994; VITTORAZZI, 2013).

A cultura do milho pipoca, assim como os demais tipos de milho se trata de uma planta monóica, anual e monocotiledônea. Esta planta possui flores masculinas dispostas em panículas apicais e flores femininas em espigas laterais, tratando-se de uma espécie alógama, que possui cerca de 100% de fecundação cruzada (PATERNIANI; CAMPOS, 2005). Com relação ao milho comum, o milho pipoca possui colmos mais finos, compactos e cilíndricos que o comum, apresentando também espigas menores e em posição mais alta na planta, fato que favorece o acamamento das plantas (ZINSLY; MACHADO, 1987). Para Sawazaki (2010), quando se compara o milho comum ao milho pipoca, este último, apresenta maior susceptibilidade a pragas e doenças, sendo também mais precoces na maturação e na secagem de grãos, são mais prolíficas e produzem perfilhos com frequência maior, possuem um sistema radicular menos desenvolvido, sofrendo então um maior dano com ataque de pragas de solo, o que torna a planta mais suscetível ao acamamento e ao déficit hídrico.

A pipoca é um alimento muito consumido em nosso país, e a demanda vem aumentando com o passar dos anos, o que estimula também um aumento na área de cultivo (VIEIRA *et al.*, 2017). Segundo dados apresentados por Blecher (2019), o Brasil está na segunda posição dos maiores produtores de milho pipoca do mundo, atingindo uma produção anual de 300 mil toneladas, sendo o estado do Mato Grosso o maior produtor nacional do grão. Apesar do Brasil ser o segundo maior produtor mundial desta cultura, os tetos produtivos ainda não são altos e a produtividade precisa ser melhorada, isso se dá principalmente pela falta de tecnologia utilizada no cultivo, pela utilização de cultivares não adequadas a realidade da propriedade e as condições regionais, além dos problemas relacionados com o manejo inadequado da fertilidade do solo (VITTORAZZI *et al.*, 2017).

2.2 NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO PIPOCA

O nitrogênio é um macro nutriente muito importante para as culturas, sendo de suma importância para que consigam sobreviver e completar seu ciclo, sendo também o nutriente mais exigido e absorvido pelas plantas (AGRIPOINT, 2012); e na maioria das vezes, gramíneas são muito responsivas a esse nutriente. Geralmente, o nitrogênio não é suprido em quantidades suficientes às plantas pelo solo, sendo este fator ainda mais pronunciado quando se trata de gramíneas, que necessitam de maiores quantidades deste nutriente (CERETTA *et al.*, 1994; AMADO; MIELNICZUK, 2000; FRANÇA *et al.*, 2011).

A recomendação de adubação para a cultura do milho pipoca varia em função da análise de solo da área em que a cultura será implantada. Normalmente, a adubação mineral na cultura consiste de uma adubação de base no momento da semeadura onde se aplica, em torno, de 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sendo o restante aplicado em cobertura, normalmente nos estádios fenológicos de V4 e V6, podendo o número de aplicações variar conforme a recomendação do responsável pela área (CERRETA *et al.*, 2005; MARTIN; CUNHA BULCÃO, 2013). Normalmente, produtores dispõem de recomendações técnicas que os auxiliam, porém em muitos casos estes negligenciam as doses recomendadas, devido ao alto custo desse nutriente e utilizam subdoses, fato que faz com que a produtividade da cultura seja afetada e a produção esperada não seja atingida (GOES *et al.*, 2012; BARROS *et al.*, 2016)

O nitrogênio afeta o crescimento radicular, a área foliar, a taxa de fotossíntese, a massa e o número de grãos, tamanho da espiga e a sanidade dos grãos (PIONNER, 1995). Também o nitrogênio é importante para enzimas, coenzimas, citocromos, ácidos nucléicos, proteínas e moléculas, estando presente também na molécula de clorofila (GROSS; VON PINHO; BRITO,

2006). Pela sua grande importância para a cultura, esta responde significativamente a aplicação deste nutriente no ambiente produtivo, neste caso, quando bem manejada e em condições ambientais favoráveis, se tem incrementos significativos na produtividade de milho (OHLAND *et al.*, 2005).

O nitrogênio é absorvido nas plantas de diversas formas, sendo elas: Amônio (NH_4^+), Nitrato (NO_3^-) e também na forma Orgânica (R-NH_2). Em termos gerais, as plantas absorvem este nutriente em sua forma altamente oxidado, como por exemplo o nitrato. Depois que estes compostos são absorvidos estes sofrem processos de redução para que sejam aproveitados na planta, sendo o nitrogênio encontrado na maioria dos casos na sua forma reduzida como íon amônio (NH_4^+) ou amina (NH_2^-) (OLIVEIRA, 2015).

O comportamento do nitrogênio no solo é muito complexo e por isso de difícil manejo, principalmente por que este nutriente pode sofrer inúmeras transformações pela atuação dos microrganismos presentes no solo. Muitas dessas transformações, pode significar perdas desse elemento do sistema, como a volatilização da amônia, perdas por escoamento bem como perdas por lixiviação estando na forma de nitrato e nitrito após o processo de nitrificação, além de estar sujeito a perdas também pela emissão de óxido nitroso e nitrogênio molecular quando ocorre o processo de desnitrificação (SCHERER, 1995; CERRETA *et al.*, 2005; BASSO *et al.*, 2020).

A quantidade de nitrogênio absorvido pelo milho varia durante o ciclo da planta, em função da quantidade de raízes, da taxa de absorção por unidade de massa de raiz, dos condicionantes do ambiente e do estágio fenológico em que se encontra. Essa quantidade aumenta progressivamente durante a fase vegetativa, atinge o máximo no início do estágio reprodutivo e tem um decréscimo durante a fase de enchimento de grãos (MARTIN; CUNHA BULCÃO, 2013).

A cultura do milho apresenta dois momentos principais de absorção de nitrogênio, sendo o primeiro da emergência até a florescimento e o segundo do florescimento até a maturação do grão. No primeiro momento, o manejo com nitrogênio é essencial e deve ser suprido, já que quando a cultura está no desenvolvimento vegetativo a absorção do nitrogênio representa 67% do total absorvido pela planta. No segundo momento, quando a cultura está na fase de pós-floração, o suprimento de nitrogênio deve ser feito já que a absorção deste nutriente é importante no enchimento de grãos, porém a cultura não absorve em grandes quantidades como no início de seu ciclo, sendo essa absorção na faixa dos 37%. É importante uma boa disponibilidade de N mineral no solo pós-florescimento, pois em torno de 60% do nitrogênio no grão é absorvido após esse estágio fenológico. A característica de maiores absorções de nitrogênio ocorrerem após o florescimento, se deve ao lançamento de híbridos nas últimas

safras, que possuem comportamento diferente dos híbridos mais antigos, que não possuíam a característica de absorção de nitrogênio pós-floração tão pronunciada (DEBRUIN; BUTZEN, 2015).

Devido a sua grande importância, a cultura do milho pipoca é altamente responsiva a adubação nitrogenada, já que este apresenta grande participação em diversas atividades do metabolismo das plantas. Porém apesar de toda importância que este nutriente possui, seu manejo é complexo e em muitos casos não é feito de forma correta (FAGAN *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2010).

2.3 DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS

O dejetivo líquido de suínos (DLS) nada mais é que uma mistura de urina, fezes, água, restos de ração, pó, resíduos da limpeza das baias e pêlos de animais (MENEZES *et al.*, 2003); variando a proporção dos componentes, devido ao tipo de tratamento adotado (lagoas de estabilização, biodigestores, esterqueiras); tipo de criação (terminação, engorda, creche, etc.); e das condições ambientais (VEDOVATO; SOARES; MAEDA, 2019). Esse resíduo possui grandes quantidades de matéria orgânica junto com outros nutrientes, sendo os principais deles o Nitrogênio e o Fósforo. A utilização deste resíduo tem grande potencial para melhorar as características biológicas e químicas do solo, fazendo com que as plantas consigam ter maiores quantidades de nutrientes disponíveis (SCHERER; BALDISSERA; NESI, 2007).

A composição do DLS varia conforme a realidade de cada propriedade e é fundamental que se façam análises da composição química do dejetivo. Isso é importante, pois a composição química define qual a dose, época e forma de aplicação do dejetivo. Quando não se tem essa análise, a utilização indiscriminada, pode levar ao desequilíbrio nutricional no solo, onde o excesso de uns pode inibir a absorção de outros. Além disso, a aplicação em excesso pode favorecer a movimentação vertical de alguns componentes para os recursos hídricos podendo causar degradação ambiental (MIYAZAWA; BARBOSA, 2015; VEDOVATO, SOARES; MAEDA, 2019).

O nitrogênio é o nutriente que está presente em maior quantidade no dejetivo líquido de suínos, porém a proporção deste nutriente varia conforme o dejetivo e seu armazenamento. Em termos gerais, 50% do nitrogênio presente está na forma mineral e o restante na forma orgânica. A presença de uma quantidade de nitrogênio na forma mineral torna esse nutriente prontamente disponível para as plantas quando o DLS é aplicado no solo, porém parte desse nitrogênio pode ser perdido na forma amoniacal pela sua lixiviação bem como por volatilização reduzindo sua

eficiência de utilização pelas plantas. As perdas por volatilização do nitrogênio no DLS podem ocorrer quando este insumo é armazenado de forma inadequada ou também no momento da aplicação, principalmente quando se tem altas temperaturas, pH do solo e do DLS elevado e vento (SCHERER, 1995; BASSO *et al.*, 2004).

O dejetos líquido de suínos pode ser utilizado em diversas culturas, como adubação complementar à adubação mineral ou pode ser utilizado sozinho como fonte de nutrientes para as culturas. Estudos realizados por Ceretta *et al.* (2005), utilizando aveia preta, milho e nabo forrageiro em sucessão com aplicação de dejetos antes da semeadura destas culturas, mostraram que o uso de dejetos líquido de suínos aumentou a produção de matéria seca das culturas, sendo a cultura do nabo a mais responsiva à ciclagem de nutrientes oriundos do DLS. Já no trabalho de Seidel *et al.* (2010), o mesmo observou que, a utilização de dejetos líquido de suínos como adubação de base na cultura do milho, foi igual em comparação a adubação mineral (NPK).

Também, em trabalho realizado por Medeiros *et al.* (2007), os autores mostraram que a utilização de dejetos líquido de suínos fez com que a produção de matéria seca da cultura do capim-marandu (*Brachiaria bizantha cv. Marandu*) fosse semelhante a utilização de adubação química. Segundo Scherer (2011), as culturas do milho e do feijão são as principais culturas que respondem a adubação com dejetos líquido de suínos, principalmente por que os nutrientes estão na forma mineral, mais prontamente disponível para as plantas.

Quando bem manejo os dejetos conseguem suprir a demanda de nutrientes requerida pelas plantas, sendo um substituto da adubação química. Segundo Scherer (2011), geralmente a quantidade de DLS aplicada nas lavouras é suficiente para atender elevadas produtividades. Mesmo sendo aplicado antes da semeadura, o DLS consegue fornecer os nutrientes necessários durante todo o ciclo da cultura. Estes resultados evidenciam que a utilização de dejetos líquido de suínos nas mais variadas culturas se mostra vantajoso, principalmente porque fornece nutrientes para as culturas e melhora o perfil do solo, reduz os custos de produção com a substituição da adubação mineral e também reduz os riscos ambientais, principalmente, de mananciais de água pela ciclagem desses nutrientes dentro da própria unidade de produção.

A produção de suínos sempre foi presente no cenário da agropecuária brasileira, sendo que até meados dos anos 1970 não se tinha preocupação com o potencial de degradação ambiental que o dejetos líquido de suínos possuía, principalmente pela baixa concentração de propriedades especializadas na produção de suínos e também pelo solo ter capacidade de absorver estes resíduos, que já naquela época era utilizado como adubo orgânico. Porém a partir dos anos 2000 a produção de suínos em larga escala cresceu e a quantidade de resíduos gerados também aumentou, fato que trouxe preocupações, pois os dejetos líquidos de suínos apresentam

grande potencial de poluição aos mananciais de água. Nos últimos anos, tem-se buscado alternativas para o tratamento deste resíduo, visando a redução do potencial poluente que este representa ao ambiente. O principal mecanismo que vem sendo utilizado são as câmaras de compostagem, que fazem com que o dejetos passe por transformação, reduzindo as quantidades de gases nocivos, odores e de nitrato (QUEIROZ *et al.*, 2004; PERDOMO; LIMA, 2014).

A utilização do DLS em áreas de lavoura e/ou pastagem tem se tornado a principal alternativa de utilização desse resíduo, pois impacta positivamente na produção de leguminosas, mas principalmente de gramíneas, além de ser um resíduo de baixo custo. A utilização do DLS nas propriedades pode reduzir os custos de produção podendo aumentar a rentabilidade da atividade, fazendo com que os produtores consigam se manter em suas atividades melhorando e desenvolvendo suas produções (CARDOSO; OYAMADA; SILVA, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2020/2021, na área experimental do setor do Grupo de Pesquisa de Plantas de Lavoura, da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen/RS, com localização geográfica de 27° 23' 51'' Sul e 53°35'19'' Oeste, estando a uma altitude de 490 metros ao nível médio dos mares.

A classificação climática da região é Cfa, caracterizado como subtropical úmido, com uma precipitação média anual de 1.881 mm e temperatura média de 19,1 °C. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa, profundo e bem drenado (EMBRAPA, 2006). Antes da implantação do experimento, foi realizada a amostragem de solo na camada 0-10 cm, onde foram encontrados os seguintes dados: argila: 640 mg kg⁻¹; pH (H₂O): 5,9; P: 3,2 mg dm⁻³ (Mehlich⁻¹); K: 214,5 mg dm⁻³; Ca²⁺: 6,2 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 3,4 cmol_c dm⁻³ e M.O.: 31 mg kg⁻¹

A cobertura vegetal presente na área experimental antes da implantação do milho pipoca era composta por azevém (*Lolium multiflorum*), o qual foi dessecada com herbicida, aproximadamente 30 dias antes da semeadura, com a área sendo conduzida sob o Sistema Plantio Direto.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições onde foram estudados os seguintes tratamentos: T1- Testemunha; T2- 50 m³ ha⁻¹ de DLS; T3- 100 m³ ha⁻¹ de DLS; T4- 150 m³ ha⁻¹ de DLS; T5- 200 m³ ha⁻¹ de DLS. Se tratando dos nutrientes Fósforo e Potássio estes foram aplicados nas quantidades de 221 kg ha⁻¹ e 33,3 kg ha⁻¹ de Superfosfato Triplo e Cloreto de Potássio, respectivamente.

A adubação mineral, para fósforo e potássio, foi realizada seguindo as recomendações da Comissão Química de Fertilidade do Solo-RS/SC, do Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (2016), sendo os 221 kg ha⁻¹ de fósforo aplicado por ocasião da marcação das linhas de semeadura, realizada com o auxílio de um conjunto composto por um trator New Holland, modelo TL 65E e uma semeadora Vence Tudo, modelo Summer 6040. Já, o potássio foi aplicado a lanço logo após a semeadura da pipoca. Os tratamentos foram instalados em unidades experimentais compostas por seis linhas de semeadura, espaçadas em 0,45 m cada, onde as parcelas mediram 4 m de comprimento e 2,7 m de largura, totalizando uma área de 10,8 m² e área útil de avaliação de 4,05 m² (três linhas centrais com três metros de comprimento).

O dejetos líquido de suínos apresentava 16 e 2,2 kg m⁻³ de matéria seca e de nitrogênio, respectivamente, foi aplicado de maneira manual, com a utilização de regadores de mão um dia

antes da semeadura do milho pipoca. O DLS foi aplicado na área de toda a parcela, variando a quantidade conforme o tratamento adotado.

A semeadura foi realizada de forma manual no dia 26/08/2020 colocando-se duas sementes por cova, afim de garantir a emergência e evitar possíveis falhas. No dia 03 de setembro, após a emergência e estabelecimento completo das plântulas a campo, foi realizado o raleio deixando-se apenas uma planta por cova. Para o manejo de plantas daninhas, doenças e pragas, seguiu-se a recomendação técnica para o cultivo do milho no Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2017).

Para as variáveis avaliadas de plantas realizados no estágio fenológico R6 (maturação fisiológica), em campo, foram medidas dez plantas aleatoriamente para as seguintes avaliações: Diâmetro de colmo (DC), mensurado com o uso de um paquímetro digital, no colo do primeiro internódio da planta; Altura de planta (AP), medida do nível do solo até a base da última folha estendida na fase de florescimento; e a Altura da inserção da espiga (AIE), medida do nível do solo até a inserção da primeira espiga formada, para ambas medições foi utilizada uma régua graduada.

Na pré-colheita, foi avaliada a prolificidade realizando a contagem do número total de plantas na área útil colhida e o número total de espigas produzidas por estas plantas. O empalhamento das espigas (EE) que é a proteção natural dos grãos, feito através da avaliação do grau do fechamento das espigas pela palha mediante a metodologia empregada pela empresa General Mills (YOKI), onde foi utilizada dez espigas aleatoriamente dentro da unidade experimental e classificando-as em EE1 (alto empalhamento) o qual a palha protege bem os grãos, EE2 (médio empalhamento) a palha protege medianamente os grãos e EE3 (baixo empalhamento) a palha não cobre totalmente a espiga, ficando os grãos expostos.

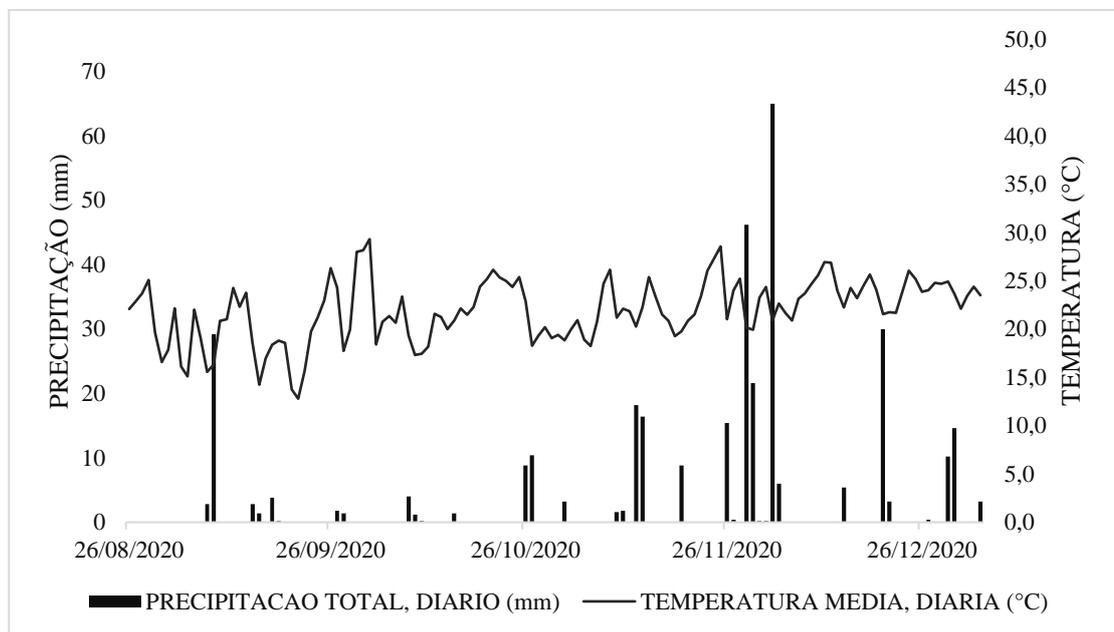
Para as avaliações das variáveis de planta pós-colheita, foram utilizadas dez espigas de cada tratamento onde foram mensurados o Diâmetro da espiga (DE), através do auxílio de um paquímetro digital, medindo-se o centro das espigas avaliadas; Comprimento de espiga (CE), medido através de uma régua graduada da base até o último grão da extremidade da espiga; Número de grãos por espiga (NGE), obtido por meio da multiplicação do número de fileiras por espiga pelo número de grãos de uma fileira; Peso de mil sementes (PMS), determinado através de oito repetições de cem grãos de cada parcela, onde obteve-se a média e a correção da umidade para 13%; e Produtividade de grãos (PG), determinada através da colheita de todas as plantas da área útil realizada de forma manual, onde as espigas foram debulhadas e limpas manualmente e o peso corrigido para 13% de umidade e posteriormente extrapolando-se os dados da produtividade em kg ha^{-1} .

Os dados foram então analisados, submetidos à análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Figura 1, durante a safra 2020/2021, observa-se distribuição irregular da chuva, com déficit hídrico para a cultura, onde se fez necessário a utilização de irrigação na área do experimento. Foram realizadas oito irrigações, com o objetivo de minimizar o déficit de água para a cultura, sendo as irrigações realizadas desde o estágio de emergência até o estágio reprodutivo, conforme necessidade.

Figura 1 – Precipitação e Temperatura média nos meses de condução do experimento.



A Tabela 1 mostra que as variáveis Altura de Inserção da Espiga, Prolificidade, Número de Grãos por Fileira, Número de Grãos por Espiga e Produtividade apresentaram efeito significativo, a 5% de probabilidade de erro. Com relação às variáveis Altura de Planta, Diâmetro de colmo, Comprimento de Espiga, Diâmetro de Espiga, Diâmetro de Sabugo, Empalhamento, Número de Fileiras por espiga e Massa de Mil Grãos não se observou diferença entre os tratamentos, conforme apresentado na tabela 1 e por isso para essas variáveis os dados não serão discutidos.

Tabela 1 - Quadrados Médios e Níveis de Significância das variáveis analisadas: Altura de Planta (AP), Altura de Inserção da Espiga (AIE), Diâmetro do colmo (DC), Prolificidade (PROLIF), Comprimento de espiga (CE), Diâmetro de espiga (DE), Diâmetro do sabugo (DS), Empalhamento (EP), Número de fileiras por espiga (NFE), Número de grãos por fileira (NGF), Número de grãos por espiga (NGE), Massa de mil grãos (MMG) e Produtividade (PROD).

	GL	AP -m-	AIE -m-	DC -cm-	PROLIF	CE -cm-	DE -cm-	DS -mm-
Dose	4	0,02 ^{ns}	0,03*	3,80 ^{ns}	0,26*	1,03 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,65 ^{ns}
Bloco	3	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	9,83 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,85 ^{ns}
Erro	12	0,01	0,00	2,74	0,04	0,42	0,59	0,32
C.V %		6,60	7,12	9,07	10,23	3,55	2,31	3,08

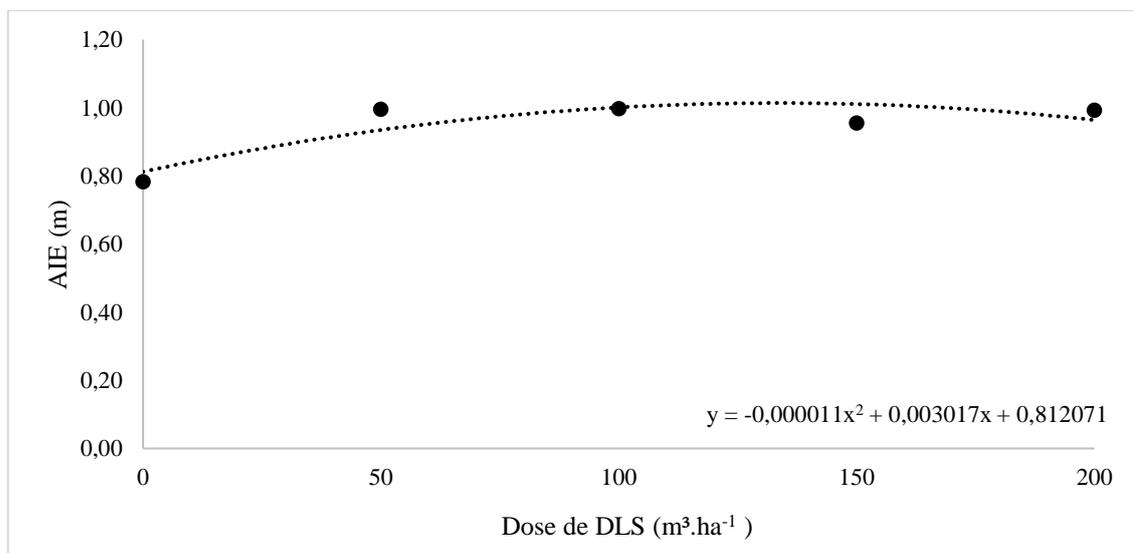
	GL	EP	NFE	NGF	NGE	MMG	PROD
Tratamento	4	0,10 ^{ns}	0,67 ^{ns}	4,60*	3017,09*	41,80 ^{ns}	976105,50*
Bloco	3	0,09 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,54 ^{ns}	2133,38 ^{ns}	69,40 ^{ns}	87398,55 ^{ns}
Erro	12	0,06	0,29	1,38	802,93	47,72	55685,26
C.V %		16,52	3,25	3,19	4,63	4,54	8,55

* Significativo em $p < 0,05$; ns: Não significativo; GL- Graus de Liberdade; CV- Coeficiente de variação.

A variável altura de inserção da espiga apresentou diferença no comparativo entre as doses de DLS. Conforme se observa na Figura 2, os maiores valores para essa variável estão próximos as doses de 100 e 150 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ de DLS. Pela equação da Figura 2, observa-se que, o ponto de máxima eficiência se encontra quando se utiliza 137 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ de DLS, sendo este o ponto em que se tem as maiores respostas da cultura frente a aplicação do DLS, reduzindo sua eficiência com o aumento da dose. Ao contrário do que foi encontrado neste trabalho, Locatelli *et al.* (2019), em experimentos realizados com a cultura do Milho (*Zea mays*), constataram que, a utilização de DLS na cultura, não teve resposta para esta variável.

Esse comportamento, de resposta quadrática, mostrado na Figura 2, é típico de estudos com doses de fertilizantes. Essa maior eficiência técnica observada no presente estudo, mostra a importância de se ter claro a melhor dose a ser utilizada, já que se trata de um resíduo que se mal manejado pode potencializar os riscos sobre o ambiente.

Figura 2 - Análise de regressão para a altura de inserção da espiga.



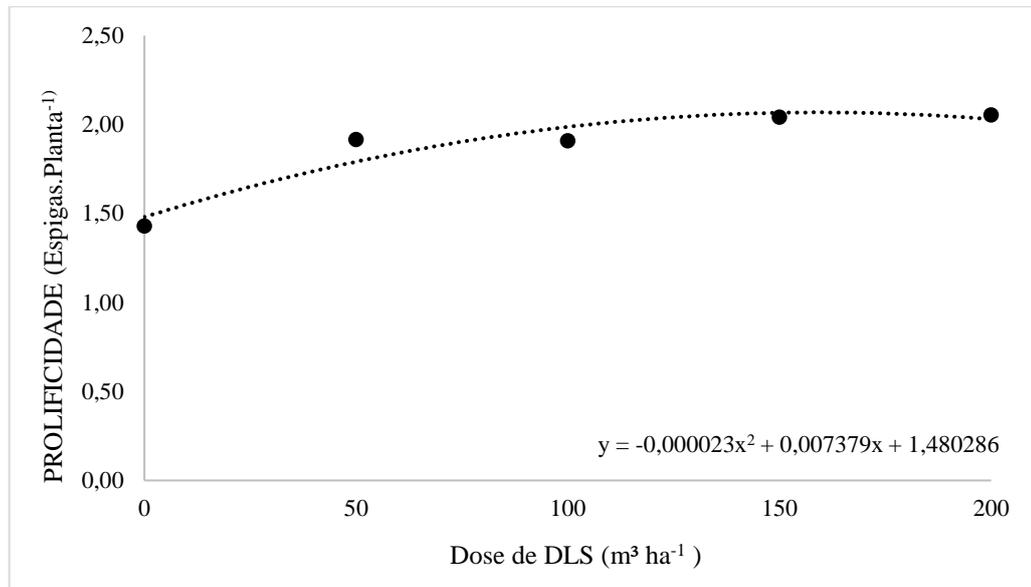
Em estudo realizado por Sangoi *et al.* (2002), os autores relatam que, menores valores na altura de inserção da espiga tornam as plantas menos susceptíveis ao acamamento. Por outro lado, Sawazaki (2003) em seu trabalho realizado com a cultura do milho pipoca, destaca que as maiores produtividades da cultura estão ligadas aos maiores valores de inserção da espiga, pois as plantas apresentam maior facilidade no processo de colheita, sendo mais rápida e limpa. Por outro lado, pode-se inferir, que a maior altura na inserção de espiga, significa também maior altura de planta e, conseqüentemente, maior capacidade de armazenamento de nutrientes no colmo, que poderão ser realocados para a espiga, durante fase de enchimento de grãos.

A prolificidade se trata de uma característica importante, principalmente quando a cultura do milho se encontra em situações de estresse, já que quanto mais prolífico é o híbrido maior a chance de produzir espigas em condições ótimas e ao menos uma bem desenvolvida em condições adversas, sendo essa característica importante para que se alcancem elevados tetos produtivos (TOKATLIDIS; KOUTROUBAS, 2004).

A variável prolificidade apresentou diferença entre as doses de DLS, mostrando que estas doses de DLS alteram o número de espigas por plantas. Os maiores valores encontrados para esta variável estão entre as doses de 150 e 200 m³ ha⁻¹ de DLS, sendo a máxima eficiência encontrada quando se utiliza a dose de 160 m³ ha⁻¹ de DLS (Figura 3). Os maiores valores de prolificidade se deram em condições próximas as da máxima eficiência, o que demonstra que para esta variável, quando se disponibiliza quantidades adequadas de nutrientes, as plantas conseguem desenvolver maior número de espigas o que é importante, quando se busca alta produtividade.

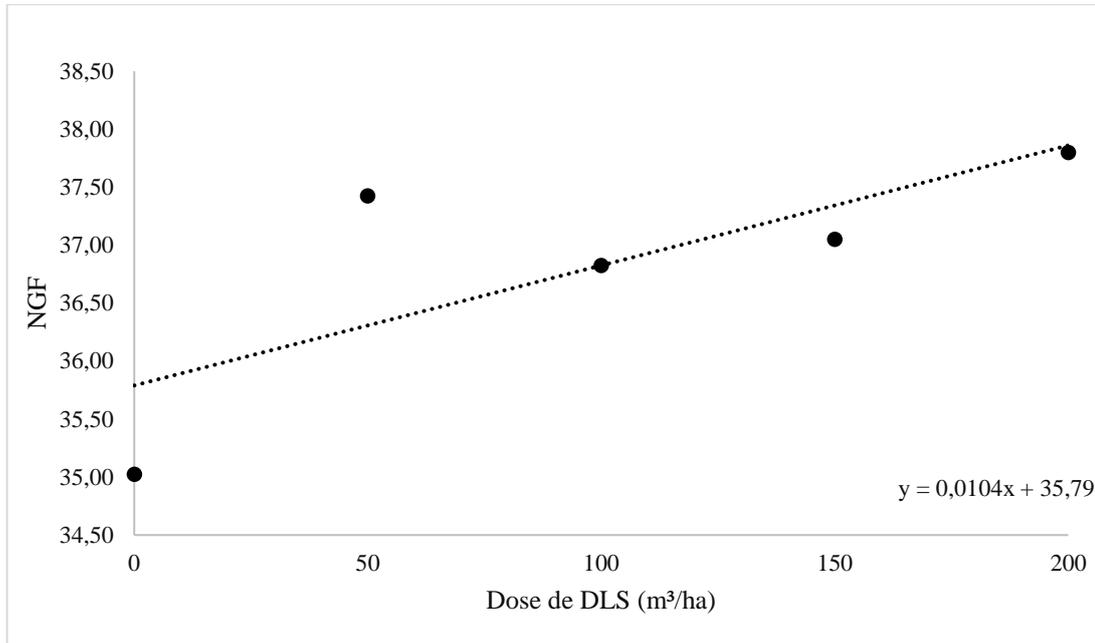
O comportamento dos dados obtidos neste trabalho, diferem dos observados por Souza e Soratto (2006), que ao trabalharem com a cultura do milho e utilizando diferentes fontes e doses de nitrogênio, observaram que a prolificidade é pouco afetada por questões de manejo da adubação nitrogenada, sendo uma característica mais responsiva aos fatores genéticos. Por outro lado, Gott *et al.* (2014) mostram que, esta variável é alterada pelo manejo, onde ao trabalharem com diferentes doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em milho, observando que esta variável é afetada pelo manejo, principalmente, pela época de aplicação e dose de nitrogênio utilizada, o que vai ao encontro do observado com relação a doses para o presente estudo.

Figura 3 - Análise de regressão para a prolificidade.



A variável número de grãos por fileira (Figura 4), apresentou diferença entre os tratamentos, apresentando maior valor na dose de 200 m³ ha⁻¹ de DLS o que se justifica pela equação linear, ou seja, crescimento linear dessa variável como o aumento da dose. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos *et al.* (2014), que ao utilizarem cama de aves como fonte de nitrogênio na cultura do milho, observaram que, o número de grãos por fileira foi crescente conforme o aumento das doses deste insumo, acompanhando também a produtividade. Essa variável tem grande influência genética da cultivar porém, a adubação pode impactar significativamente no número final de grãos, com reflexo positivo na produtividade final de grãos.

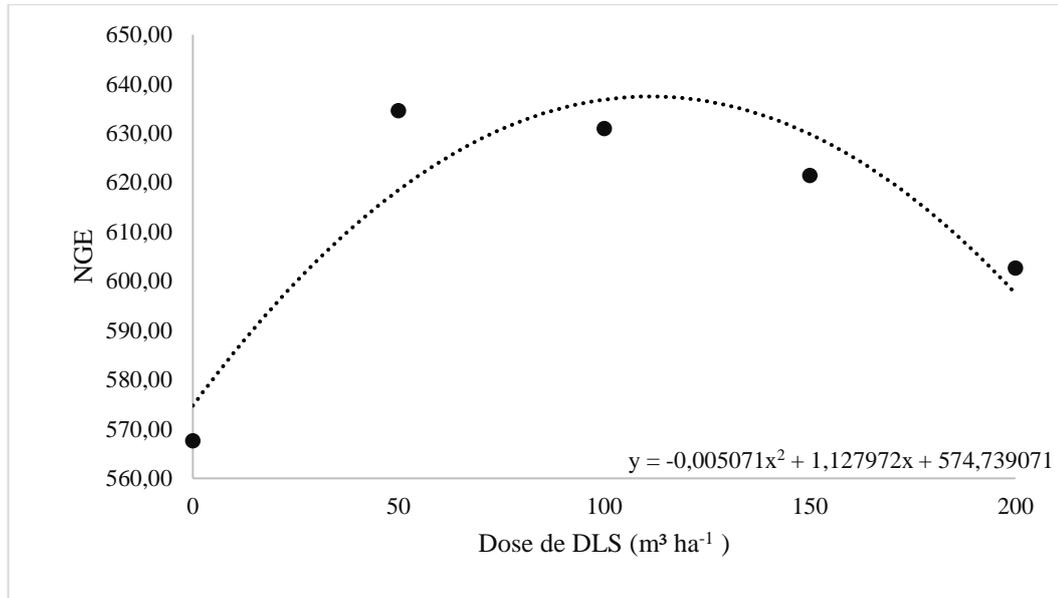
Figura 4 - Análise de regressão no número de grãos por fileira.



Para a variável número de grãos por espiga, se observou diferença entre os tratamentos. O ponto de máxima eficiência desta variável foi observado para a dose de $111 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS (Figura 5). Os maiores valores encontrados neste trabalho estão para as doses de 50 e $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS, semelhante aos observados por Amaral Filho *et al.* (2005), Silva *et al.* (2005) e Souza e Soratto (2006), que utilizando diferentes doses de nitrogênio em milho, observaram resposta significativa para essa variável. Os dados encontrados neste trabalho se assemelham também aos encontrados por Souza, Buzetti e Teixeira Filho (2011) e Do Vale *et al.* (2013) que, ao utilizarem diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho, observaram que o número de grãos por espiga foi afetado de forma significativa.

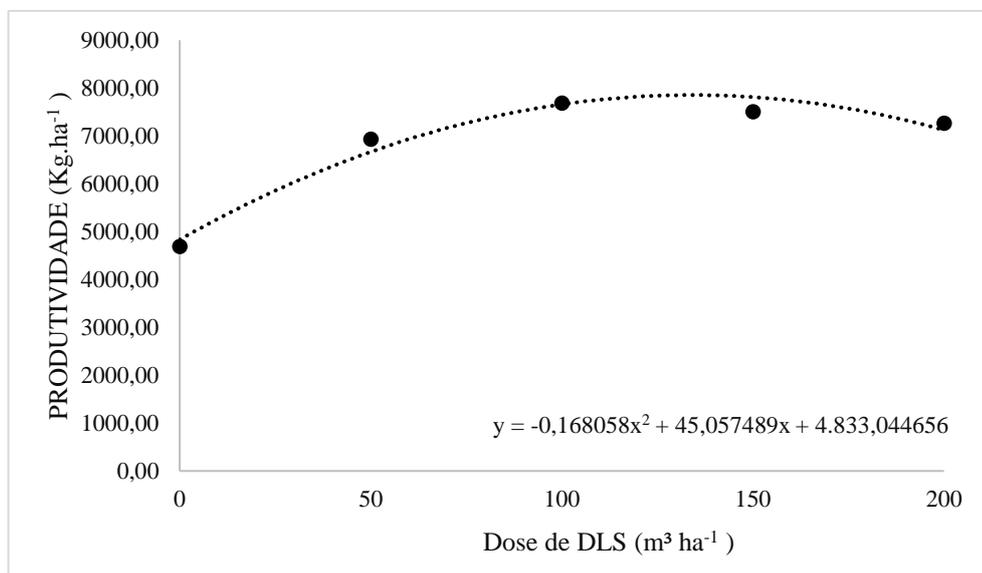
O número de grãos por espiga é considerado um dos principais componentes de rendimento da cultura, tendo influência direta na produtividade do milho. Esta variável é definida durante o florescimento da cultura, sendo dependente do fluxo de fotoassimilados das plantas. Quando a planta não possui adversidades para distribuição dos fotoassimilados, maiores teores de nitrogênio disponíveis para absorção da planta fazem com que esta tenha maior potencial para atingir maior número de grãos por espiga. Ao estudarem diferentes manejos de nitrogênio para a cultura do milho Bortolini *et al.* (2001) observaram que, o número de grãos por espiga foi altamente responsivo aos diferentes sistemas de aplicação de nitrogênio, sendo semelhante aos dados observados neste trabalho.

Figura 5 - Análise de regressão para o número de grãos por espiga.



Com relação à produtividade, esta variável foi afetada pelas doses de DLS utilizadas, sendo os maiores valores observados para as doses de 100 e 150 m³ ha⁻¹ de DLS, sendo estes valores próximos ao ponto de máxima eficiência, que para esta variável ficou na faixa de 134 m³ ha⁻¹ de DLS. Resultados semelhantes foram encontrados por Léis *et al.* (2009), que utilizando diferentes doses de DLS, obtiveram resultados significativos na cultura do milho. Dados semelhantes também foram encontrados por Giacomine e Aita (2008), que utilizando DLS como fonte de nitrogênio para o milho observaram que a produtividade foi afetada de forma significativa com a utilização de DLS como fonte de nitrogênio.

Figura 6 - Análise de regressão produtividade.



A produtividade quando não se utilizou nenhuma fonte de nitrogênio foi de 4.695,02 kg ha⁻¹, produtividade essa menor que os demais tratamentos, e que reflete a capacidade do solo em sustentar a produção de biomassa. Quando se utilizou a dose de 50 m³ ha⁻¹, a produtividade foi de 6.932,90 kg ha⁻¹, ou seja, aumento de 2.237,88 kg ha⁻¹, o que representa 47,6% de incremento na produtividade. No comparativo, a testemunha e para essa dose de 50 m³ ha⁻¹, houve incremento de 44,7 kg ha⁻¹ para a cada m³ de DLS utilizado. Já, quando se utilizou a dose de 100 m³ ha⁻¹, a produtividade foi de 7.685 kg ha⁻¹, aumento de 753 kg ha⁻¹ em relação à dose de 50 m³ ha⁻¹ e de 2.989,98 kg ha⁻¹ em relação à testemunha.

Para a dose de 100 m³ ha⁻¹, já se observa redução da eficiência de utilização do DLS, com incremento de 29,89 kg ha⁻¹ para cada m³ de DLS utilizado, quando se compara com a testemunha. Já quando se utilizou a dose de 150 m³ ha⁻¹, obteve-se produtividade de 7.507,52 kg ha⁻¹, produtividade essa menor a observada para a dose de 100 m³ ha⁻¹, porém 2.812,5 kg ha⁻¹ superior a observada para a testemunha, com acréscimo de apenas 18,75 kg ha⁻¹ de produtividade para cada m³ de DLS utilizado.

Para o tratamento com a utilização de 200 m³ ha⁻¹ obteve-se produtividade de 7.269,19 kg ha⁻¹, uma produtividade de 2.574,17 kg ha⁻¹ superior à testemunha, com acréscimo de 12,870 kg ha⁻¹ por m³ de DLS utilizado. Porém a produtividade da dose de 200 m³ ha⁻¹ foi 238,33 e 415,81 kg ha⁻¹ menor que a produtividade das doses de 150 e 100 m³ ha⁻¹, respectivamente. Esta dose e a dose de 150 m³ ha⁻¹ não atingiram maiores tetos produtivos, pois superaram o ponto de máxima eficiência técnica da cultura, não sendo a planta, responsiva a utilização de maiores doses de DLS, conforme pode se observar na Figura 6.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, houve resposta positiva da cultura do milho pipoca com relação ao dejetos líquido de suínos, com dose ao redor de $104 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Esse resíduo pode ser utilizado como fonte de nitrogênio para a cultura do milho pipoca.

REFERÊNCIAS

- AITA, C.; PORT, O.; GIACOMINI, S. J. Dinâmica do nitrogênio no solo e produção de fitomassa por plantas de cobertura no outono/inverno com o uso de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 901-910, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/XMQYrbjjCRF35Bn4JVYMPcN/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 53-560, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/FYRYdJy5wgzN9GhHGN93x9h/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- AMARAL FILHO, J. P. R. *et al.* Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/RNMsq7d8VMkj4HgDvHsNSgd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- BARROS, I. de. *et al.* **Recomendações de Nitrogênio para a Cultura do Milho nos Tabuleiros Costeiros: Desempenho Produtivo e Econômico**. Aracaju: EMBRAPA, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1059219/1/BP109.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- BASSO, C. J. *et al.* Management of liquid swine manure: impact on mineral nitrogen dynamics and corn yield. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 50, e64790, 2020. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/64790/35790>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- BASSO *et al.*, C. J. Perdas de nitrogênio de dejetos líquidos de suínos por volatilização de amônia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1773-1778, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/sBgyDmjM9WpJRPnpdJmdNbg/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- BLECHER, B. **Brasil já é segundo maior produtor de milho pipoca do mundo**. [Entrevista disponibilizada em 21 de maio de 2019, Internet]. CBN Agronegócios, 2019. Disponível em: <https://glo.bo/2WuNHIB>. Acesso em: 21 mar. 2021.
- BORTOLINI, C. G. *et al.* Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesc. Agropec. Bras.**, v. 46, p. 1101-1106, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/d3qSmXWvBZM9RRm67fRS6nv/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.
- AGRIPOINT. **Fertilidade do solo e nutrientes: conheça a importância de cada um**. Café Point, 2012. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/mypoint/mp180325/fertilidade-do-solo-e-nutrientes-conheca-a-importancia-de-cada-um-204125n.aspx>. Acesso em: 21 mar. 2021.

CARDOSO, B. F.; OYAMADA, G. C.; SILVA, C. M. da. Produção, Tratamento e Uso dos Dejetos Suínos no Brasil. **Desenvolvimento Em Questão**, v. 13, n. 32, p. 127–145, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/3159>. Acesso em: 21 mar. 2021.

CERETTA, C. A.; AITA, C.; BRAIDA, J. A.; PAVINATO, A. SALET, R. L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 18, p. 215- 220, 1994. Disponível em: <https://bityli.com/vCLJB>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CERETTA, C. A. *et al.* Dejeito líquido de suínos: I - perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/H6qNh9Cky9jDgrbR4wrjMKK/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Santa Catarina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2016.

CORRÊA, P. C. *et al.* Cinética de secagem e qualidade de grãos de milho-pipoca. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 134-142, jan./fev. 2001. Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cineticasecagem_000ffh585q802wx5eo05vmaqk8upbm8a.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.

CRUZ, J. C. *et al.* Efeito de cultivar, espaçamento e densidade de plantio sobre a produção e a qualidade de milho pipoca. *In*: EMBRAPA. Centro de Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1994. p. 251-252. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/475753/1/Efeitocultivar.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

DEBRUIN, J.; BUTZEN, S. **Nitrogen Uptake in Corn**. Crop Insights, 2015. Pioneer. Disponível em: https://www.pioneer.com/us/agronomy/nitrogen_uptake_corn.html. Acesso em: 21 mar. 2021.

DO VALE, H. S. *et al.* Doses de nitrogênio na produção de milho cultivado em sucessão ao meloeiro no Cerrado de Roraima. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, **Anais...**, Centro de Convenções, Natal, 35, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131395/1/193.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul safras 2017/2018 e 2018/2019**. 1 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2017.

FAGAN, E. B. *et al.* Physiology of biologic fixation nitrogen in soybean - a review. **Revista da FZVA**, v. 14, p. 89-106, 2007. Disponível em: <http://www.itaya.bio.br/materiais/Fixa%C3%A7%C3%A3o%20biol%C3%B3gica%20do%20nitrogenio.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Symposium**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Acesso em: 21 mar. 2021.

FRANÇA, S. *et al.* Nitrogênio disponível ao milho: Crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1143–1151, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n11/06.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

GIACOMINE, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 195-205, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/sjK8Bz7yBrTDyxWvZh5csGt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.

GOES, R. J. *et al.* Nitrogênio em cobertura para o milho (zea mays l.) em sistema plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104299/1/Nitrogenio-cobertura.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

GOTT, R. M. *et al.* Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 1, p. 24-34, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106223/1/Fontes-epocas.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006. Acesso em: 10 ago. 2021.

JANDREY, D. B. **O manejo de nitrogênio para altas produtividades**. Blog Agronegócio em Foco, 2019. Disponível em: <https://bityli.com/Agv3M>. Acesso em: 10 ago. 2021.

LÉIS, C. A. *et al.* Rendimento de milho adubado com dejetos de suínos em sistema de plantio direto sem o uso de agrotóxicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3814-3817, 2009. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/9272>. Acesso em: 10 ago. 2021.

LOCATELLI, J. L. *et al.* Uso de dejetos líquidos de suínos permite reduzir a adubação mineral na cultura do milho? **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 628-637, 2019. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17538/14432>. Acesso em: 10 ago. 2021.

MARTIN, T. N.; CUNHA, V. dos S.; BULCÃO, F. P. Manejo da adubação nitrogenada no milho. **Revista Cultivar**, UFSM, 2013. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/manejo-da-adubacao-nitrogenada-no-milho>. Acesso em: 10 ago. 2021.

- MEDEIROS, L. T. *et al.* Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 309-318, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/3vfnxDYHXNxTxWsk5Dx8n3F/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- MENEZES, J. F. S. *et al.* Aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de grãos em sistema de plantio direto e avaliação do impacto ambiental. **Revista Plantio Direto**, v. 9, n. 1, p. 30-35, 2003.
- MIYAZAWA, M.; BARBOSA, G. M. **Dejeto líquido de suíno como fertilizante orgânico: método simplificado**. Londrina: Iapar, 2015. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/banner%20pequeno/dejeto_suinoa.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.
- OHLAND, R. A. A. *et al.* Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/y7PTDprdwZ3JjTqg6dV35rM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- OLIVEIRA, L. E. M. de. **O ciclo do nitrogênio**. Setor Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, 2015. Disponível em: <http://www.ledson.ufla.br/assimilacao-e-transporte-de-nitrogenio-2/assimilacao-e-transporte-de-nitrogenio-em-plantas/>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento do milho. *In*: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 491-552.
- PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M. **Dejetos de Suinocultura**. Ambiente Brasil, 2014. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuario/dejetos_de_suinocultura/dejetos_de_suinocultura.html. Acesso em: 10 ago. 2021.
- PEREIRA FILHO, I. A. P. *et al.* **Milho Pipoca**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2007. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy9zxynl02wx5ok0pvo4k359f3bo9.html>. Acesso em: 21 mar. 2021.
- PIONNER. Efeitos do nitrogênio: doses. **Revista Área Polo**, São Paulo, v. 5, n. 11, p. 12-6, 1995.
- QUEIROZ, F. M. *et al.* Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1487-1492, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/XFtT9rGYBbJ8NQPDrkyCMPG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SANGOI, L. *et al.* Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, 101-110, jun., 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v61n2/18470.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SANTOS, O. F. *et al.* Aumento da produtividade de milho pipoca com o emprego de Irrigação suplementar e adubação nitrogenada. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, Rio Branco, **Anais...**, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/Rosana/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/APAGAR/milhopipoca2.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SANTOS, L. B. dos. *et al.* Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia/milho. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 272-281, 2014. Disponível em: <https://bityli.com/harph>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SANTOS, M. S. dos. Nitrogênio: importância, manejo e sintomas de deficiência. Equipe mais Soja, 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/nitrogenio-importancia-manejo-e-sintomas-de-deficiencia/>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SANTOS, D. Brasil já é 2º maior produtor de milho pipoca do mundo. Máquinas e Inovações agrícolas, 2019. Disponível em: <https://portalmaquinasagricolas.com.br/brasil-ja-e-2o-maior-produtor-de-milho-pipoca-do-mundo/>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SANTOS, M. M. *et al.* Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio na planta. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 34, p. 1185-1194, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/chDyTmxVZxHthcyppxXMPWh/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SAWAZAKI, E. Milho pipoca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, 2010, Goiânia, **Anais...** Goiânia: UFG, 2010. CD ROM.

SAWAZAKI, E. *et al.* Potencial de híbridos temperados de milho-pipoca em cruzamento com o testador semitropical IAC 12. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, p. 61-70, 2003. Disponível em: link. Acesso em: 10 ago. 2021.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 53, n. 2, p 11-13, 2001 Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/pdf/11_pipoca.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.

SCHERER, E. E. **O uso dos dejetos de suínos como fertilizante**: sustentabilidade da atividade em propriedades familiares da região Oeste de SC. **Jornal Dia de Campo**, 2011. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25456&secao=Colunas%20e%20Artigos>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SCHERER, E. E. **Aproveitamento do esterco de suínos como fertilizante**. EMBRAPA, 1995. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/9-EloiScherer.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 1, p. 123-131, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/MxGnZrDV7MVVrMDRnCv4NsN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SEIDEL, E. P. *et al.* Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 113- 117, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238483353_Aplicacao_de_dejetos_de_suinosa_na_cultura_do_milho_cultivado_em_sistema_de_plantio_direto. Acesso em: 10 ago. 2021.

SILVA, E. C. *et al.* Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/cq5NLfqMhFQLRxMhBX95pRC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, p. 395- 405, 2006. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/201>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SOUZA, J. A. P.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. *et al.* Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, v. 70, p. 447- 454, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/PyMsMfqSpvf89JczChbymQK/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.

TOKATLIDIS, I. S.; KOUTROUBAS, S. D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 88, p. 103-114, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429003002661>. Acesso em: 10 ago. 2021.

VEDOVATO, M.; SOARES, M.T.S.; MAEDA, S. Estimativa de nitrogênio, fósforo e potássio em dejetos líquidos de suínos via densidade e matéria seca. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, **Anais...**, 6, Florianópolis. Disponível em: <https://ainfo.cnpntia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198497/1/2019-Marcia-SIGER-Estimativa.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

VIEIRA, R. A. *et al.* Recurrent selection of popcorn composites UEM-CO1 and UEM-CO2 based on selection indices. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 3, p. 266-272, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cbab/v17n3/1984-7033-cbab-17-03-00266.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

VITTORAZZI, C. *et al.* Arranjo populacional para a variedade UENF-14 de milho pipoca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 401-413, 2017. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/793>. Acesso em: 21 mar. 2021.

VITTORAZZI, C. **Influência do espaçamento entre linhas e da população de plantas em caracteres agronômicos de cultivares de milho pipoca na região norte fluminense.** 2013. 58 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Norte Fluminense, Campo dos Goytacazes, 2013.

ZINSLY, J. R.; MACHADO, J. A. Milho-pipoca. *In*: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Eds.). **Melhoramento e produção do milho.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 413-717.