

NITROGÊNIO E CAMA DE FRANGO NA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO
CERRADO

Por

ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA JUNIOR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde - GO

Julho - 2019

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS**

**NITROGÊNIO E CAMA DE FRANGO NA SOQUEIRA
DA CANA DE AÇÚCAR NO CERRADO**

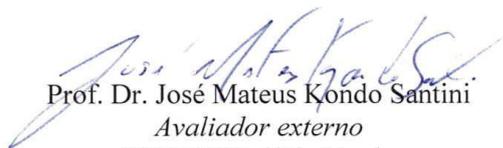
Autor: Antônio Carlos de Oliveira Junior
Orientador: José Milton Alves

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos – Área de concentração
Agroenergia.

APROVADA em 08 de julho de 2019.



Prof. Dr. Gaspar Korndorfer
Avaliador externo
Universidade Federal de Uberlândia
UFU



Prof. Dr. José Mateus Kondo Santini
Avaliador externo
IESRIVER / Rio Verde



Prof. Dr. Gustavo Castoldi
Avaliador interno
IF Goiano/ Polo de Inovação



Prof. Dr. José Milton Alves
Presidente da banca
IF Goiano/ Campus Rio Verde

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

O48n Oliveira Jr., Antônio Carlos
NITROGÊNIO E CAMA DE FRANGO NA SOQUEIRA DA CANA-
DE-AÇÚCAR NO CERRADO / Antônio Carlos Oliveira
Jr.; orientador José Milton Alves; co-orientador
Lucas Anjos Souza. -- Rio Verde, 2019.
61 p.

Dissertação (em Mestrado em Bioenergia e Grãos) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. FONTES DE N. 2. ADUBAÇÃO NITROGENADA. 3. ADUBO
ORGÂNICO. I. Alves, José Milton, orient. II. Souza,
Lucas Anjos, co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

NITROGÊNIO E CAMA DE FRANGO NA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO
CERRADO

Por

ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA JUNIOR

Comitê de orientação:

Orientador: Prof. Dr. José Milton Alves – IFGoiano – Campus Rio Verde

Coorientador: Prof. Dr. Lucas Anjos de Souza - IFGoiano – Campus Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me concedeu saúde para que eu pudesse percorrer este caminho e chegar até aqui.

Ao Instituto de Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, pela disponibilidade do programa de pós-graduação, possibilitando assim meu ingresso.

A Denusa – Destilaria Nova União S/A, nas pessoas de Pedro A. Barbosa e Paulo de F. Barbosa, empresa onde tenho enorme orgulho de trabalhar, pela confiança e apoio incondicional tanto para o desenvolvimento deste trabalho, quanto para a realização deste sonho, sem ela nada disto seria possível.

Ao Prof. Dr. José Milton Alves, meu orientador e amigo, que com muita paciência e dedicação, dividiu comigo sua sabedoria e experiência, a fim de tornar-me pessoal e profissionalmente melhor do que era quando iniciei este projeto em minha vida.

A minha esposa, Luana Martins Schaly Oliveira, que foi minha inspiração e motivação me apoiando em todos os minutos, ajudando a continuar quando eu já não queria mais ir... e que no meio de tudo isso que estava acontecendo, gerou nosso maior presente, Lara Oliveira Schaly, nossa linda filha, trazendo ainda mais alegria à minha vida, gratidão eterna.

Aos colaboradores da Denusa e meus amigos: Ivan Silva, Eduardo Oliveira, Paulo Oliveira, Luiz Silva, Heber Reis, Ailton Ferreira, Diorlenio Silva, Fernanda Oliveira, Hever Silva e Ana Paula Santos, que em momento algum se opuseram a me ajudar sempre que precisei, gratidão a todos eles.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 A Cultura da Cana-de-açúcar	5
2.2 Importância do Nitrogênio	6
2.3 Uso do Nitrato de Amônio	7
2.4 Uso de Resíduos Orgânicos.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Número de colmos por metro (NCM)	17
4.1.1 Aplicação de Doses Crescentes de N-fertilizante.....	17
4.1.2 Aplicação de Doses Crescentes de Cama de frango.....	20
4.2 Diâmetro médio dos colmos (DMC).....	24
4.2.1 Aplicação de dose crescentes de N-fertilizante.....	24
4.2.2 Aplicação de dose crescentes de Cama de frango.....	28
4.3 Altura de colmos (ACM).....	32
4.3.1 Aplicação de dose crescentes de N-fertilizante	32
4.3.2 Aplicação de dose crescentes de Cama de frango.....	36
4.4 Toneladas de colmos por hectare (TCH).....	39

4.4.1 Aplicação de doses crescentes de N-fertilizante.	39
4.4.2 Aplicação de doses crescentes de Cama de frango.	42
4.5 Toneladas de açúcar por hectare (TAH).....	46
4.5.1 Aplicação de doses crescentes de N-fertilizante.	46
4.5.2 Aplicação de doses crescentes de Cama de frango.	49
4.6 Qualidade da matéria-prima (ATR, °Brix, POL e Fibra).....	53
4.7 Considerações Finais.....	55
5. CONCLUSÕES	57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

NITROGÊNIO E CAMA DE FRANGO NA SOQUEIRA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO CERRADO

Por

ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA JUNIOR

(Sob a orientação do Professor Dr. José Milton Alves – IFGoiano/Polo de inovação)

RESUMO

A cultura da Cana-de-Açúcar se destaca pelo alto valor econômico. Com o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses de N-fertilizante e cama de frango, na cana-de-açúcar. O projeto de pesquisa foi instalado na Denusa, no bioma Cerrado em um ambiente de produção C. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) em um esquema fatorial 5 x 5 com 4 repetições, sendo 5 doses de nitrogênio e 5 doses de cama de frango. As doses de nitrogênio foram: 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ utilizando como fonte o nitrato de amônio. As doses de cama de frango foram: 0, 1, 2, 4 e 8 Mg ha⁻¹. As variáveis analisadas foram: Número de Colmos por metro, Diâmetro Médio de Colmo, Altura do Colmo em metros, TCH (Toneladas de Colmos por Hectare), TAH (Toneladas de Açúcar por Hectare), ATR, °Brix, POL e FIBRA. Para a análise estatística foi realizada a análise de variância da regressão. Foi observado impacto positivo dos tratamentos em relação às variáveis do desenvolvimento vegetativo e produtividade. Para as variáveis ATR, °Brix, POL e Fibra (Variáveis da qualidade da matéria-prima) não se ajustaram a nenhum dos modelos estatísticos avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Fontes de N, Adubação Nitrogenada, Adubo Orgânico

NITROGEN AND POULTRY LITTER IN THE RATOON SUGAR CANE IN CERRADO

Por

ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA JUNIOR

(Under the advise of Dr. José Milton Alves – IFGoiano/Polo de inovação)

ABSTRACT

Sugarcane culture stands out by its high economic value. This study aimed to evaluate the effect of N-fertilizer and chicken litter rates on sugarcane. The research project was installed at Denusa, in the Cerrado biome in a C production environment. The experimental design was a randomized complete block design (DBC) in a 5 x 5 factorial scheme with 4 replications, 5 nitrogen doses and 5 chicken litter nitrogen doses. Chicken bed. Nitrogen rates were: 0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹ using ammonium nitrate as source. The chicken litter doses were: 0, 1, 2, 4 and 8 Mg ha⁻¹. The variables analyzed were: Stem number per meter, Average Stem Diameter, Stem Height in meters, TCH (Tons of Stem per Hectare), TAH (Tons of Sugar per Hectare), ATR, ° Brix, POL and FIBER. Statistical analysis was performed using the regression analysis of variance. Positive impact of treatments was observed in relation to the variables of vegetative development and productivity. For the variables ATR, ° Brix, POL and Fiber (Raw Material Quality Variables) did not fit any of the evaluated statistical models.

KEYWORDS: N Sources, Nitrogen Fertilizer, Organic Fertilizer.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar pertencente à família Poaceae e do gênero *Saccharum*, apresenta colmos de formato cilíndrico, folhas alternadas e opostas fixadas ao colmo através de uma bainha, sistema radicular profundo e arquitetura variável de acordo com a idade da planta e inflorescência, que é indesejável em caráter comercial porém importante para o melhoramento genético (Figueiredo, 2010). A cultura é dividida em dois ciclos, cana planta e cana soca. O primeiro ciclo representa a lavoura que foi plantada durante o ano anterior e colhida 12 meses após a data de seu plantio, representando o primeiro ciclo da cultura e o segundo representa a lavoura colhida respectivamente, após o primeiro ciclo, 13 meses (CIB, 2009).

O Nitrogênio fertilizante (N) é um nutriente muito importante para a cana em seu desenvolvimento inicial, pois o N disponibilizado pelos restos culturais tem liberação mais lenta, sendo necessária a adubação nitrogenada para o bom desenvolvimento inicial da cultura (Franco et al., 2011). Na cana-soca, as respostas à adubação nitrogenada são mais evidentes que em cana planta, refletindo em maior vigor das soqueiras, aumentando assim, o potencial produtivo da cultura (Penatti, 2013). Existem várias formulações de N disponíveis no mercado, sendo o mais utilizado o nitrato de amônio pela baixa perda por volatilização, quando aplicado em superfície sobre os restos culturais da cana-de-açúcar. Por se tratar de um nutriente de grande importância para a cultura, o N pode causar problemas tanto na sua falta quanto em seu excesso, principalmente quando são tratadas as características qualitativas da matéria-prima, o caldo, responsável pela produção de álcool (Schultz et al., 2015).

Na condição de cana soca o aproveitamento do nitrogênio aplicado é geralmente melhor, geralmente as doses de nitrogênio aplicadas no preparo de solo para a cana planta são baixas e as plantas já passaram por período de elevadas produtividades no primeiro corte. Além disso, já foi utilizado parte da reserva de nitrogênio proveniente da mineralização da matéria orgânica existente ou aplicada ao solo, por ocasião do preparo da área para o plantio. (Penatti,

2013). Uso de fertilizantes tem impacto direto sobre os custos de produção da cultura, estudos mostram que esses custos giram em torno de 20 a 25% do total gasto (Esperancini et al., 2015).

Dentre os fertilizantes orgânicos que são ricos em N, a cama de frango é uma fonte, muito importante para a cultura da cana-de-açúcar. A oferta de cama de frango no centro-sul de Goiás é alta, favorecendo assim seu uso na cultura. Em se tratando da utilização de resíduos orgânicos, a utilização de cama de frango como fonte de nutrientes essenciais para a cana-de-açúcar, faz-se viável, tanto para a logística quanto para o custo do insumo. A composição organomineral da cama de frango varia de acordo com o material utilizado, segundo (Ângelo et al., 1997) podendo ser casca de arroz, maravalha de madeira, bagaço de cana, casca de amendoim, casca de café e sabugo de milho. Depende também do número de aves alojadas, composição da ração, tipos de aves, período do ano e número de lotes criados na mesma cama, ventilação do galpão e características das excretas das aves. A utilização combinada de fertilizantes orgânicos e inorgânicos faz representação a uma alternativa promissora ao manejo da nutrição de plantas, relacionada a uma visão sustentável, tanto econômica quanto ambiental. Essa prática preserva os solos e os fertilizantes minerais e dá destino correto aos subprodutos da produção animal, sendo utilizados como insumos agrícolas (Passos et al., 2014).

Quando se analisa o uso de resíduos orgânicos como fonte de nutrientes para as plantas, nota-se que a destinação correta desses subprodutos da produção de aves é de suma importância, em virtude do alto poder poluente. A criação de aves, seja para a produção de carne ou ovos é ótimo exemplo desse processo industrial de produção de proteína animal. Essas mesmas aves que antes eram criadas soltas no quintal, para a subsistência da família, hoje é criada de forma industrial, a fim de atender a demanda por alimentos, gerando grandes quantidades de resíduos (Lima et al., 2016).

O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito de doses de nitrogênio e cama de frango na soqueira da cana-de-açúcar, no Cerrado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Cultura da Cana-de-açúcar

A cultura da cana de açúcar é historicamente importante para o Brasil, pelo alto potencial energético. Entre 2017 e 2027, o setor energético é o que mais ganha importância no consumo final de energia, devido aos fatores tais como o incremento da produção de petróleo e gás no País, assim como do etanol em usinas e destilarias (EPE, 2017).

Segundo os dados publicados pela CONAB em abril de 2018, a produção de cana-de-açúcar na safra 2018/19 foi de 620,44 milhões de toneladas, 2% menor que a safra anterior. A região centro-oeste participou nesta safra com 136,9 milhões de toneladas, produção superior em 2,4% em relação à safra de 2017/18 (CONAB, 2018)

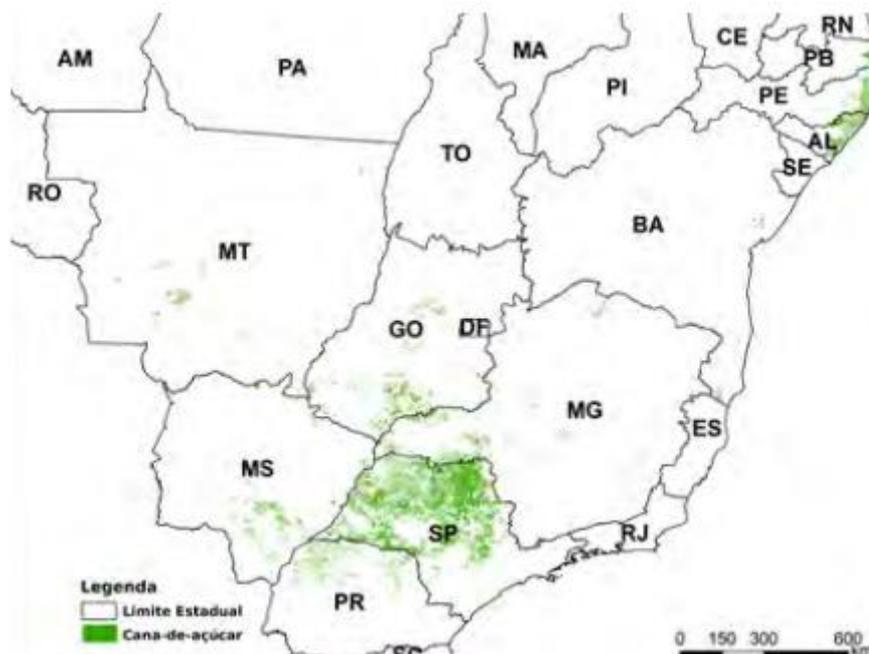


Figura 2. Áreas de cultivo de cana de açúcar mapeadas por imagens de satélite (CONAB, 2019).

A cultura se destaca em caráter ambiental e socioeconômico, por causa da baixa emissão de gases do efeito estufa, quando comparadas com outras fontes energéticas de origem fóssil, maior produtividade de etanol comparada com outras culturas produtoras, possibilidade do uso total dos efluentes gerados pela indústria na fertilização dos solos e geração de energia elétrica com baixo impacto ambiental (Neves & Conejero, 2010). O etanol da cana-de-açúcar tem importante mercado no Brasil, visto que em 2018 foram licenciados cerca de 2,1 milhões de automóveis leves bicomustíveis, representando 88% do total da frota nessa categoria (ANFAVEA, 2018).

É uma cultura extremamente versátil e eficiente na produção de biomassa por unidade de área e também quanto ao uso de N-fertilizante nas regiões tropicais, característica que está ligada com sua eficácia na produção de energia através do seu ciclo C4 (HUANG; LONG; SINGH, 2016).

2.2 Importância do Nitrogênio

O nitrogênio (N-fertilizante) é um elemento indispensável para a formação das plantas, constituinte de proteínas, citocromos, clorofilas, dentre outros, além de ser considerado um dos fatores mais relevantes para o aumento da produção, por influenciar a taxa de emergência e expansão da área foliar, dessa forma a sua disponibilidade de forma assimilável é fundamental para a continuidade da vida no planeta (Nunes et al. 2013). Sendo um macronutriente essencial o nitrogênio deve estar sempre disponível no solo para ser absorvido pelas plantas (Garcia *et al.* 2013).

Atualmente a colheita da cana-de-açúcar é feita preferencialmente, mecânica, depositando no solo grande quantidade de restos culturais (folhas secas e ponteiros), que traz uma série de benefícios físicos, químicos e biológicos ao ciclo da cultura como manutenção da

umidade do solo, ciclagem de nutrientes, aumento nos teores de C no solo, redução dos gases do efeito estufa, entre outros (Cardoso *et al.* 2013; Cerri *et al.* 2013), o nitrogênio absorvido pelas raízes das plantas, sendo as formas preferíveis o nitrato e amônio. O nitrato pode ser disponibilizado pela mineralização da matéria orgânica ou através da aplicação de adubos contendo este mineral e a amônia por sua vez, origina-se do adubo mineral, da passagem da amina para nitrificação ou através de simbiose com bactérias fixadoras (Nunes, 2013).

2.3 Uso do Nitrato de Amônio

Com relação ao uso de fertilizantes minerais, os relatórios da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2018) indicam que o consumo de fertilizantes nitrogenados dobra a cada período de 10 anos. Apesar disso, o Brasil é um dos países que apresentam menor taxa de aplicação de N-fertilizante por hectare (Ghaly & Ramakrishnan, 2015).

Alguns trabalhos têm demonstrado que até 50% do N-fertilizante aplicado no solo pode ser perdido, no Cerrado essas perdas podem ser maiores, uma vez que a capacidade de sorção dos solos deixa o nutriente mais suscetível a imobilização biótica e abiótica, resultando em menor aproveitamento do N-fertilizante (Damin & Silva, 2016).

O Nitrato de Amônio (NH_4NO_3) possui em média 34% de nitrogênio, é um produto sólido, perolado ou granulado, contém um radical nítrico e outro amoniacal, muito usado na agricultura por possuir menor volatilização e acidificação do solo, adapta-se bem às misturas NPK e muito adequado para fertirrigação. Foi o fertilizante nitrogenado mais utilizado no mundo até o fim dos anos 1980, quando teve seu consumo reduzido pelo aumento no controle de sua venda, uma vez que é a matéria-prima principal para a fabricação de ANFOs (amonium-nitrate, fuel-oil). O Nitrato de Amônio, dentre as fontes nitrogenadas mais usadas, é a que apresenta menor índice de acidez no solo (Souza & Lobato, 2004).

O NH_4NO_3 para a adubação nitrogenada de soqueiras colhidas sem queima, é necessário por apresentar menor perda por volatilização, pois a presença da palha (10 a 30 Mg ha^{-1}) dificulta a incorporação dos adubo minerais ao solo (Megda *et al.* 2012, Franco *et al.* 2013), altera a dinâmica dos nutrientes no solo (Ferreira *et al.* 2015), podendo ocorrer perdas por volatilização de até 25% do N-fertilizante aplicado na forma de ureia (Mariano *et al.* 2012). O uso de compostos orgânicos como forma de adubação nitrogenada pode reduzir as perdas de N-fertilizante por volatilização (Lorensini *et al.* 2012).

Resíduos orgânicos da agroindústria são fonte potencial de Nitrogênio, uma vez mineralizados podem fornecer de forma gradual o N necessário para o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar. Trabalho realizado por Carneiro *et al.* (2013), evidenciou que as maiores quantidades de N mineralizado acumulado foram notadas para os esterco de galinha e codorna.

2.4 Uso de Resíduos Orgânicos

Com o aumento da demanda por alimentos de origem animal no País, aumentou muito a oferta de resíduos de origem animal, destacando-se neste cenário a cama de frango. É considerada um composto orgânico, possuindo composição química e quantidade de matéria orgânica variadas e quando aplicada no solo, tem a capacidade de melhorar suas condições químicas, físicas e biológicas, contribui com a sustentabilidade ambiental visto que a mesma é considerada uma fonte poluidora, tornando uma fonte de nutrientes para as plantas, diminuindo assim o uso de fertilizantes minerais (Ramos, 2013).

A produção de carne de frango juntamente com a de peru e outras aves no Brasil em 2017 foi de aproximadamente de 13.003 milhões de toneladas, no estado de Goiás foram produzidas 975.000 toneladas (ABPA, 2018). Esta alta produção de aves gera grande

quantidade de resíduos produzidos nos aviários que são reaproveitados na atividade agrícola (Ribeiro *et al.* 2017).

Os dejetos produzidos em aviários, seja através da produção de frango, peru ou outras aves e ovos, constituem-se em adubos orgânicos com características favoráveis à agricultura (Valadão *et al.* 2011), que possibilitam a substituição total ou parcial da adubação mineral (Ribeiro *et al.* 2017), na melhoria das características físicas do solo (Ribeiro *et al.* 2016).

Um dos maiores desafios em relação a dinâmica da MOS no Cerrado está relacionada a taxa de mineralização dos resíduos produzidos. As condições climáticas da região do Cerrado, contribuem para a aceleração na mineralização da matéria orgânica, reduzindo seu acúmulo no solo. Quando esses resíduos permanecem na superfície do solo esse processo de decomposição tende a ser mais lento (Collier *et al.* 2016). É sabido pelo público técnico e científico que a cama proveniente da produção de aves, usada na adubação de forma correta, promove grande incremento na produção agrícola, isso ocorre em razão dos benefícios químicos, físicos e microbiológicos que proporciona ao solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi instalado na Denusa – Destilaria Nova União S/A, Fazenda São Pedro, BR-060, km 274, Margem Esquerda, município de Jandaia, Goiás, na Fazenda Taboca – 42, talhão 08. No período do desenvolvimento do ensaio, estava implantada na área a variedade IAC91-1099 (variedade facilitadora do manejo), cultivar de ciclo médio e responsiva à adubação, estando no segundo estágio de corte, sendo o ambiente de produção classificado como C, em Latossolo Vermelho Eutrófico, com 56% de argila.

Variedades facilitadoras para o manejo agroindustriais, representam a tecnologia que mais contribui para o aumento da produtividade da cultura e custos relativamente baixos, quando comparados com os demais itens componentes no desenvolvimento da cana-de-açúcar. Integram no Brasil empresas públicas e privadas de desenvolvimento genético de cultivares de cana-de-açúcar que são elas: Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA); o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC); o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC). Uma variedade que é exemplo de desenvolvimento tecnológico é a IAC91-1099, cultivar de porte ereto, ótima performance no plantio mecânico e em colheita mecanizada, ótima brotação de soqueira sob palha, ótimo fechamento das entre linhas, indicada para ambientes médios a favoráveis (A, B e C), perfil Estável, ótimo desempenho no plantio de inverno e responde positivamente a aplicação de maturadores (IAC, 2012). Segundo Landell (2007), utilizada corretamente, a variedade IAC91-1099 pode gerar incrementos na

produção de 10 a 30%, quando realizado o correto manejo nutricional, associado ao ambiente de produção adequado.

No período de condução do experimento (abril/2017 a abril/2018) houve distribuição normal, para as condições de Cerrado, das chuvas, totalizando 1.809 mm nos 12 meses. Nos meses que antecederam a distribuição dos tratamentos, maio e junho de 2017, ocorreram chuvas acumulando 60 mm, as quais foram essenciais para a brotação e perfilhamento do segundo ciclo da cultura. A temperatura média durante o período de condução do ensaio se manteve em 24°C, temperatura ideal para o bom desenvolvimento da cultura (Figura 2).

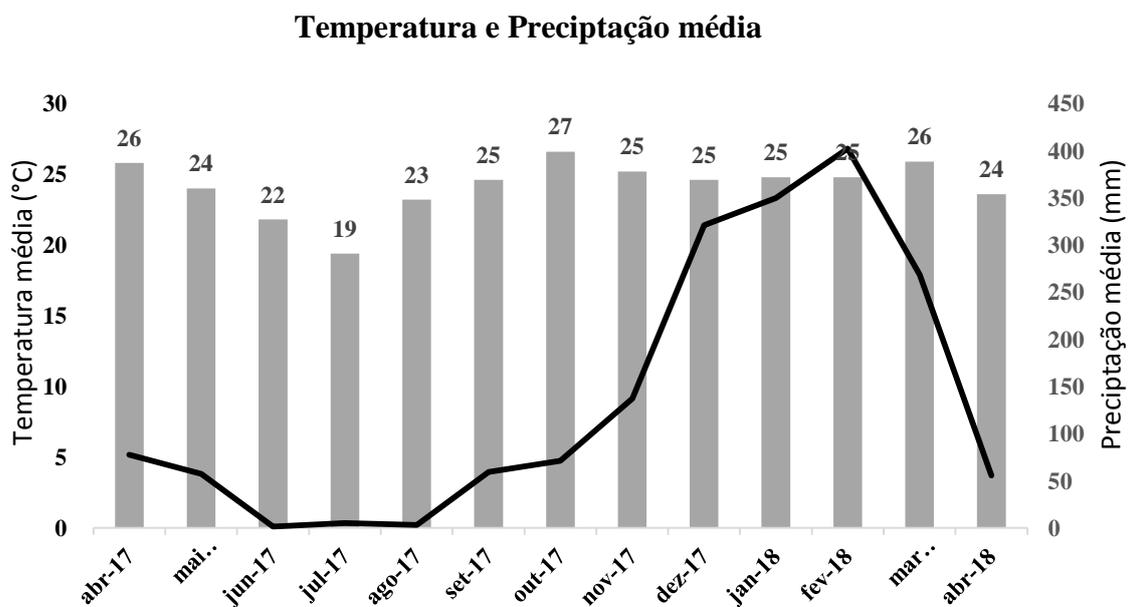


Figura 2. Dados pluviométricos e temperatura média no período de condução do ensaio de aplicações de doses de cama de frango e N-fertilizante, na cultura da cana de açúcar, em condições de Cerrado. As colunas indicam a temperatura média e a linha os dados pluviométricos.

Anteriormente a instalação do experimento a área experimental foi plantada em março/2015 e a colheita do seu 1º corte foi realizado em abril/2016. Foram realizados todos os tratamentos culturais como aplicação de herbicidas seletivos para o controle de plantas infestantes,

aplicação de gesso juntamente com cama de frango sobre a linha de cana, nas doses de 0,75 Mg ha⁻¹ e 5 Mg ha⁻¹ respectivamente.

O talhão onde foi implantado a área experimental teve sua colheita do 2º ciclo finalizada no dia 05/05/2017, com produtividade média de 120 TCH (tonelada de colmos por hectare) e com o ATR médio de 115. Aos 75 dias após a colheita, dia 20/07/2017, a área experimental encontrava-se bem perfilhada, para os padrões da variedade, com 11 perfilhos por metro. Neste mesmo dia realizou-se a coleta de solo nas profundidades 00-20 e 20-40 cm, e enviadas ao laboratório para determinação das características físicas e químicas.

Tabela 1. Atributos químicos do solo das camadas 00-20 e 20-40 cm de profundidade, depois do 2º corte e antes da instalação do experimento em maio de 2017.

Profun.	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³			
	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Melich)	S
00-20	3,9	0,9	0,0	1,7	0,1	31,2	8,5	3,6
20-40	3,1	0,7	0,0	1,9	0,1	21,0	7,2	7,1

Profun.	mg dm ⁻³					
	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn
00-20	9,7	1,0	0,3	7,4	60,0	50,3

Outras determinações	CTC	V%	pH	Argila	Silte	Areia
		6,1	70,4	5,7	56,0	12,2

Profun.: profundidade da amostra do solo; V%: saturação de bases média das profundidades de 00-20 e 20-40

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial 5 x 5, com 4 repetições, sendo 5 doses de N-fertilizante e 5 doses de cama de frango. As doses de N-fertilizante foram: 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹, utilizando como fonte o nitrato de amônio, uma vez que a aplicação foi realizada em superfície sobre a palhada da cana. As doses de cama de frango foram: 0, 1, 2, 4 e 8 Mg ha⁻¹. Foi enviada uma amostra da cama de frango para análise em laboratório para caracterização química. Cada parcela experimental foi formada por cinco linhas de 10 m de comprimento e 1,5 m entre linhas de plantio, totalizando 75 m². Entre cada parcela foi feito um carreador de 2 m, para facilitar a colheita. Os tratamentos individualizados

foram dispostos no início de cada linha de cada parcela e distribuídos com auxílio de baldes, para manter um padrão na distribuição.

A aplicação de cama de frango foi realizada no dia 20/07/2017, para que se inicie a mineralização dos nutrientes presentes na mesma (Tabela 2). A aplicação do nitrato de amônio foi realizada no dia 10/10/2017, após o acúmulo de 100 mm de chuva, para o máximo aproveitamento da disponibilidade do nitrogênio no solo. Todos os tratamentos foram individualizados e pesados por linha de cana, a fim de diminuir ao máximo o erro de distribuição, uma vez que eles foram aplicados manualmente com auxílio de baldes. Além dos tratamentos, foi realizada a adubação de correção básica com calcário na dose de 0,5 Mg ha⁻¹, gesso na dose de 0,5 Mg ha⁻¹, fosfato de rocha (12% de P₂ O₅ solúvel em H₂O) na dose de 1 Mg ha⁻¹ e cloreto de potássio (60% K₂ O) na dose de 0,3 Mg ha⁻¹.

Tabela 2. Caracterização da cama de frango utilizada na adubação dos tratamentos.

N	P¹	K₂O	Ca	Mg	S
19,2	43	35	60	6,3	10
g kg ⁻¹					
M.O.²	UR³	Mat. Mineral⁴	Rel. C/N⁵	M.O. mat. sec.⁶	
610	160	230	16	72	
g kg ⁻¹					
Cu	Fe	Mn	Zn	B	
670	4300	700	750	200	
mg kg ⁻¹					

P¹: Fosforo disponível; M.O.²: Matéria Orgânica; UR³: Umidade Relativa; Mat.Mineral⁴: Material mineral; Rel.C/N⁵: Relação Carbono/Nitrogênio; M.O.mat.sec⁶.: Porcentagem de Matéria Orgânica presente na matéria seca.

Foram avaliadas as seguintes variáveis quantitativas contínuas e discretas para determinação do efeito dos tratamentos no desenvolvimento e qualidade da cana de açúcar, sendo elas: Número de Colmos por Metro, Diâmetro Médio de Colmo (média: inferior, médio e superior), Altura de Colmos em Metros, produtividade em Tonelada de Colmo por Hectare,

produtividade em Tonelada de Açúcar por Hectare, Açúcar Total Recuperável (ATR): indicador que representa a quantidade total de açúcares da cana, sacarose, glicose e frutose, POL: porcentagem em massa de sacarose em uma solução açucarada de peso normal, (BRIX): porcentagem em massa de sólidos solúveis contidos em uma solução de sacarose quimicamente pura e FIBRA em porcentagem. Todas as avaliações foram feitas utilizando as três linhas centrais, dispensando as linhas laterais para diminuir a interferência de fatores climáticos e físicos do ambiente e químicos do solo, que possam ocorrer durante a condução do ensaio.

No dia 04/06/2018 foi realizado a avaliação do número de colmos por metro. Foram contadas todas as plantas que estavam disponíveis (colmos viáveis) nas três linhas centrais de cada parcela, essa amostragem foi realizada no dia anterior a colheita e foram dispostas em número de colmos por metro linear. Também no dia 04/06/2018 foi realizada a medição diâmetro médio dos colmos com o auxílio de paquímetros analógicos, medindo o diâmetro inferior, médio e superior de 10 plantas por linha, que foram retiradas aleatoriamente dentro das três linhas centrais, os resultados foram obtidos em diâmetro médio de colmo por parcela em milímetros (mm). Para a determinação da altura de colmos, foram utilizadas as mesmas plantas da amostragem de diâmetro médio, com auxílio de uma trena, também no dia 04/06/2017, dia anterior à colheita, e os resultados foram demonstrados em altura média de colmos por parcela em metros (m). Nas avaliações de diâmetro médio de colmo e altura média de colmos, as 30 canas que foram amostradas por parcela, foram seccionadas na altura de corte mecânico (3 cm), agrupadas em feixes de 10 canas, etiquetadas e levadas para fora da área do ensaio para facilitar a mensuração das variáveis. Para a avaliação do efeito dos tratamentos na produtividade em TCH (Tonelada de Colmos por Hectare), foi realizada a colheita mecânica aos 13 meses (05/06/2018) após a data da colheita anterior, 7 meses após a aplicação do N-fertilizante e 12 meses após a aplicação da cama de frango, devido ao

ambiente de produção (C1) e ao estágio de corte que se encontrava a variedade, seguindo a matriz de colheita e ambientes de produção desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas – Centro de Cana. Foi realizada a tara da balança a cada linha colhida e foram colhidas por inteiro as três linhas centrais de cada parcela, desprezando as duas linhas laterais, com o auxílio de colhedora de cana John Deere, modelo 3520 e pesadas em caminhão transbordo instrumentado com célula de carga no chassi (Figura 3).



Fonte: Acervo pessoal

Figura 3. Colheita mecanizada com uso de caminhão instrumentado com célula de carga no chassi.

Depois de colhida, toda a cana da área experimental foi enviada para a indústria para seu processamento. Para a determinação do TAH, foi realizado o produto do TCH pelo ATR e dividido por 1000, em todas as parcelas amostradas, conforme a equação: $TAH = \frac{TCH_{parcela} \times ATR_{parcela}}{1000}$.

Todas as avaliações foram realizadas em junho/2018. Para as determinações de ATR, POL, °Brix e Fibra, foram amostradas 10 canas por parcela aleatoriamente, dentro das três linhas centrais, e enviadas ao laboratório próprio da empresa (Denusa), no dia anterior à colheita, 04/06/2017. Far-se-á essa amostragem no dia anterior (posterior) à colheita, pois depois de cortada ocorre muito rapidamente a deterioração por ação de enzimas invertases que degradam a sacarose em monossacarídeos e os microrganismos que causam a hidrólise da sacarose concentrando dextrana, afetando assim a qualidade da matéria-prima.

Na análise estatística, foi realizada a análise de variância da regressão para as doses de N-fertilizante e Cama de frango. Nos casos em que a interação foi significativa, realizou-se o desdobramento da interação. Nos casos em que a interação não foi significativa, foi realizada a análise de regressão para os fatores independentes (doses dos adubos).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que os tratamentos doses de cama de frango e N-fertilizante e a interação entre eles foram significativos para as variáveis analisadas: Número de Colmos por Metro, Diâmetro Médio dos Colmos, Altura de Colmos, TCH (Toneladas de colmos por hectare) e TAH (Toneladas de açúcar por hectare). Já as variáveis: ATR (Açúcares totais recuperáveis), °Brix (porcentagem em massa de sólidos solúveis contidos em uma solução de sacarose quimicamente pura), POL (Porcentagem em massa de sacarose em uma solução açucarada de peso normal) e FIBRA dada em porcentagem, não foram significativas quando avaliados isolados ou na interação (Tabela 3).

Tabela 3. Tabela de significâncias para o efeito da aplicação de 5 doses de N-fertilizante (nitrato de amônio) (kg ha^{-1}) e 5 doses de cama de frango (Mg ha^{-1}) em 2° soca, na cultura da cana-de-açúcar, em condições de Cerrado (safra 2018/19).

VARIÁVEIS	NCM ¹	DMC ²	ACM ³	TCH ⁴	TAH ⁵	ATR ⁶	POL ⁷	BRIX ⁸	FIBRA ⁹
Nitrogênio (N-fertilizante)	ns	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns
Cama de Frango (CF)	**	**	**	*	**	ns	ns	ns	ns
N X CF	**	**	**	*	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	4,8	6,05	4,26	8,05	8,42	2,39	2,95	2,33	3,04

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, ns: não significativo; N: N-fertilizante; CF; Cama de frango; CV%: Coeficiente de variação. ¹Número de colmos por metro, ²Diâmetro médio dos colmos, ³Altura de colmos, ⁴Toneladas de colmos por hectare, ⁵Toneladas de açúcar por hectare, ⁶Açúcares totais recuperáveis, ⁷Porcentagem em massa de sólidos solúveis contidos em uma solução de sacarose quimicamente pura, ⁸Porcentagem em massa de sacarose em uma solução açucarada de peso normal e ⁹Eficiência da extração da moenda.

4.1 Número de Colmos por Metro

4.1.1 Aplicação de Doses Crescentes de N-fertilizante.

A aplicação de doses crescentes de N-fertilizante, nas parcelas que receberam a dose de 4 Mg ha⁻¹ de cama de frango, influenciaram o Número de Colmos por Metro de forma quadrática (Figura 4).

Não houve resposta da aplicação de doses crescentes de N-fertilizante ao número de colmos por metro (Figura 5), diferente de Castro (2016), que observou, em ensaio realizado em cana soca colhida no meio de safra, utilizando doses crescentes de N-fertilizante, o número de colmos máximo, na dose de 150 kg ha⁻¹.

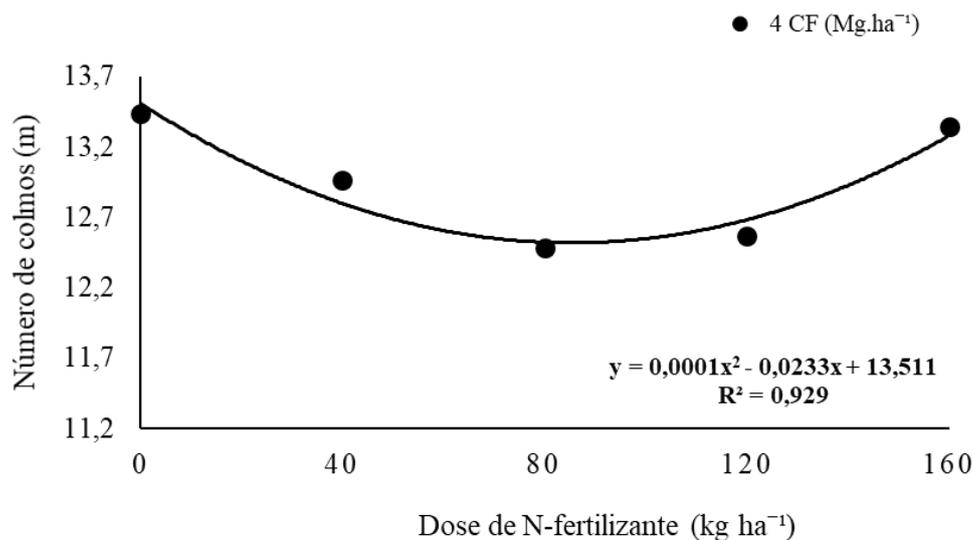


Figura 4. Número de Colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose de 4 Mg ha⁻¹ de cama de frango, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

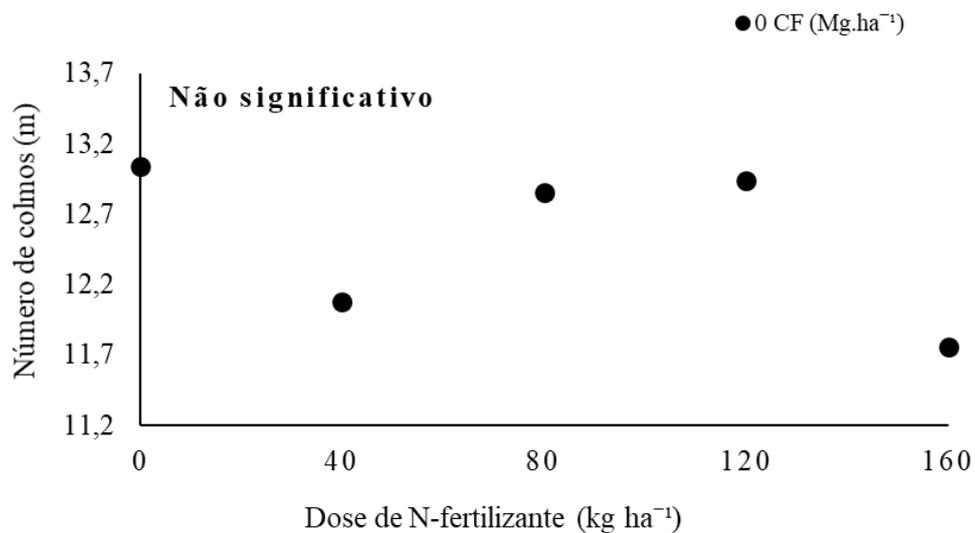


Figura 5. Número de Colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose de 0 Mg ha⁻¹ de cama de frango, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Não foi observado efeito para a aplicação de doses crescentes de N-fertilizante nas doses de 1, 2 e 8 Mg ha⁻¹ de cama de frango (Figuras 6, 7 e 8).

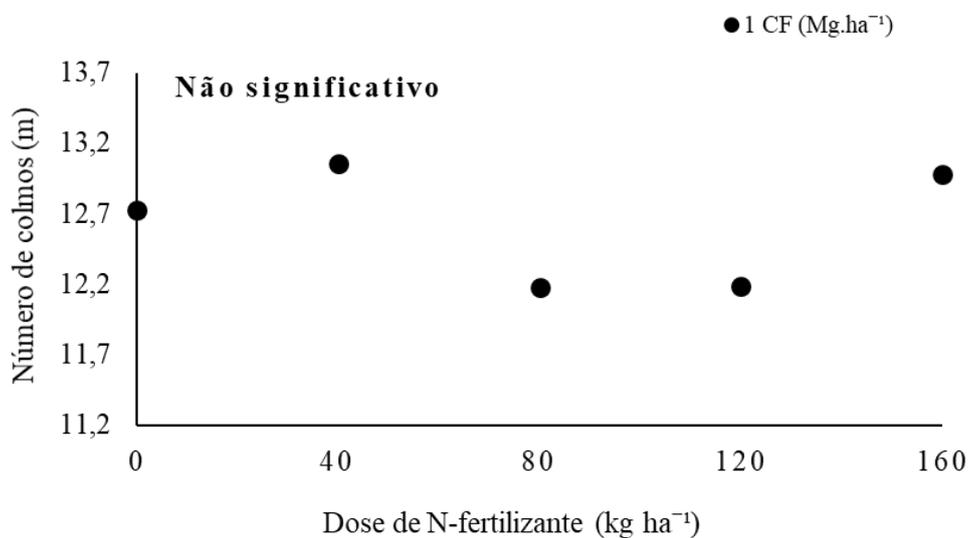


Figura 6. Número de Colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose de 1 Mg ha⁻¹ de cama de frango, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

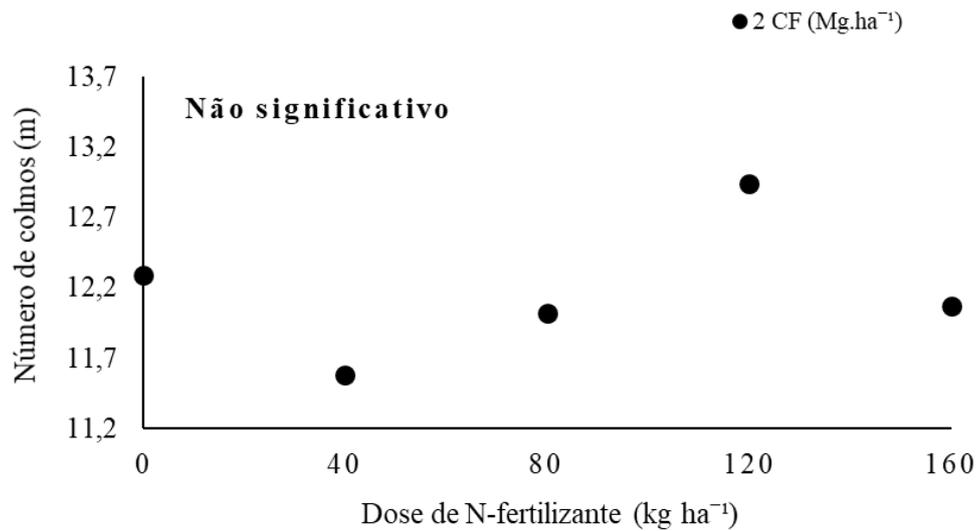


Figura 7. Número de Colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose de 2 Mg ha⁻¹ de cama de frango, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

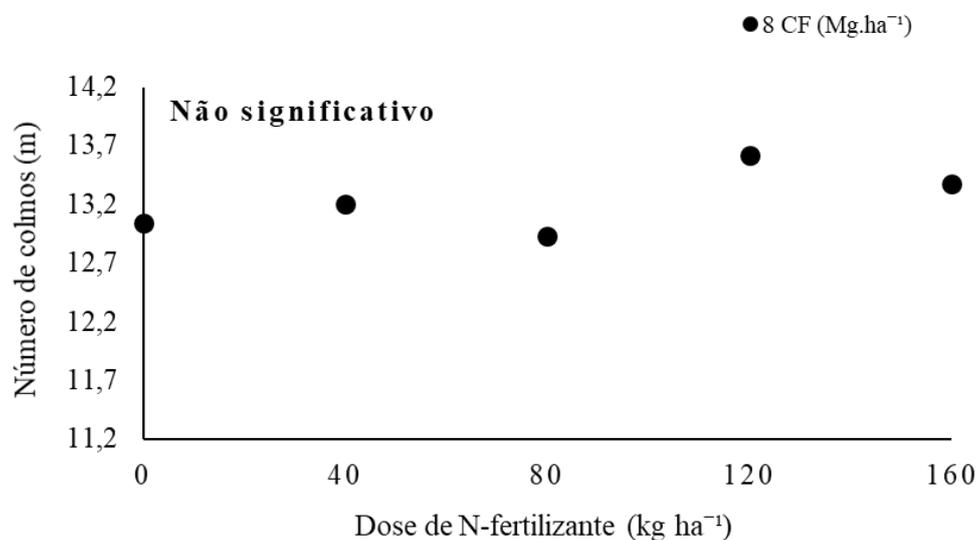


Figura 8. Número de Colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose de 8 Mg ha⁻¹ de cama de frango, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

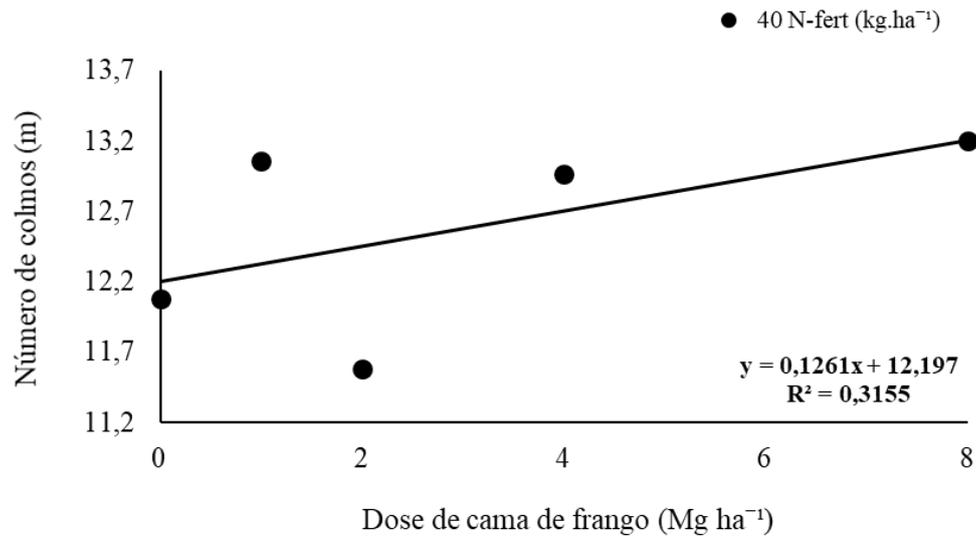
Observando todos os resultados encontrados o Número de Colmos por Metro pode não ter sido influenciado pela aplicação de doses crescentes de N-fertilizante pelo fato que a lavoura já estava em 2ª soca e em se tratando de uma variedade de alto perfilhamento (IAC91-1099). Novamente citando Castro (2016), utilizando a variedade IACSP95-5000, que tem características semelhantes a variedade utilizada no presente trabalho, não observou efeito das doses de N-fertilizante quando avaliou seu ensaio pelo segundo ano, em que possivelmente o perfilhamento já estava estabelecido assim como a variedade IAC91-1099 que já estava com sua população de plantas estabelecida no momento da aplicação dos tratamentos do presente trabalho. Possivelmente, aplicando os tratamentos de N-fertilizante antes do início do perfilhamento, talvez dessa forma o nutriente poderá influenciar os resultados.

4.1.2 Aplicação de Doses Crescentes de Cama de frango.

Nas parcelas que receberam a dose de 40 kg ha^{-1} de N-fertilizante, houve resposta significativa a aplicação de doses crescentes de cama de frango de forma linear, com a maior dose de cama de frango aplicada (8 Mg ha^{-1}) obtendo 13,2 colmos por metro, como mostra a figura 9.

Figura 9. Número de colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha^{-1}), e a dose de 40 kg ha^{-1} de N-fertilizante (nitrito de amônio), logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Nas parcelas que receberam a dose de 120 kg ha^{-1} de N-fertilizante, houve resposta significativa a aplicação de doses crescentes de cama de frango, também de forma linear, na



maior dose de cama de frango aplicada (8 Mg ha^{-1}) chegando a 13,6 o Número de Colmos por metro, como mostra a Figura 10.

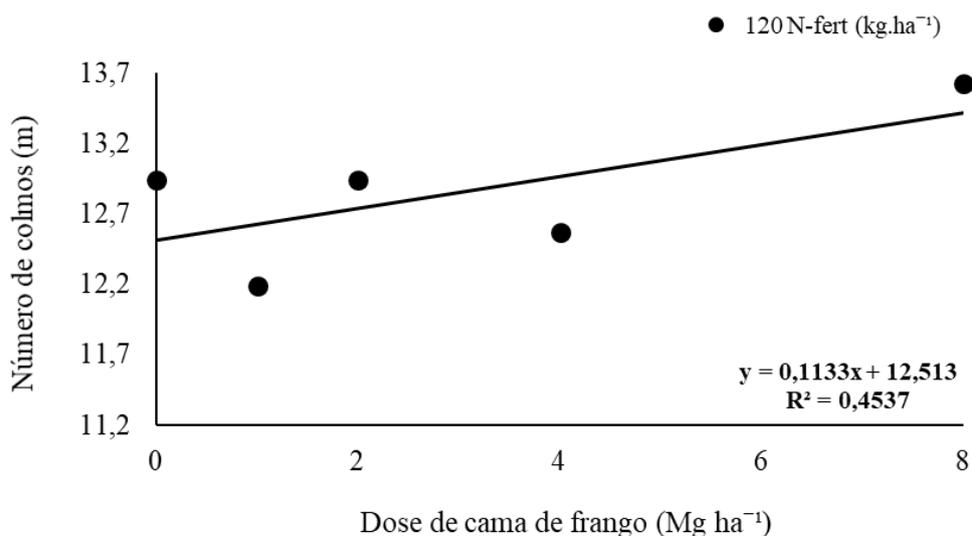


Figura 10. Número de colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha^{-1}), e a dose de 120 kg ha^{-1} de N-fertilizante (nitrito de amônio), logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Na figura 11, observa-se que as parcelas que receberam a dose de 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, houve resposta significativa a aplicação de doses crescentes de cama de frango, mais uma vez de forma linear. Na maior dose de cama de frango aplicada (8 Mg ha⁻¹) obteve 13,3 colmos por metro.

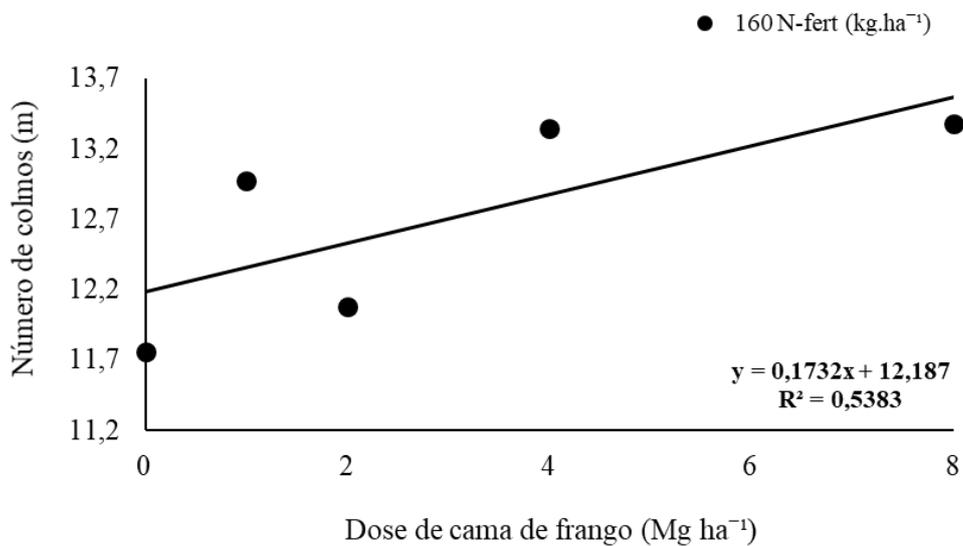
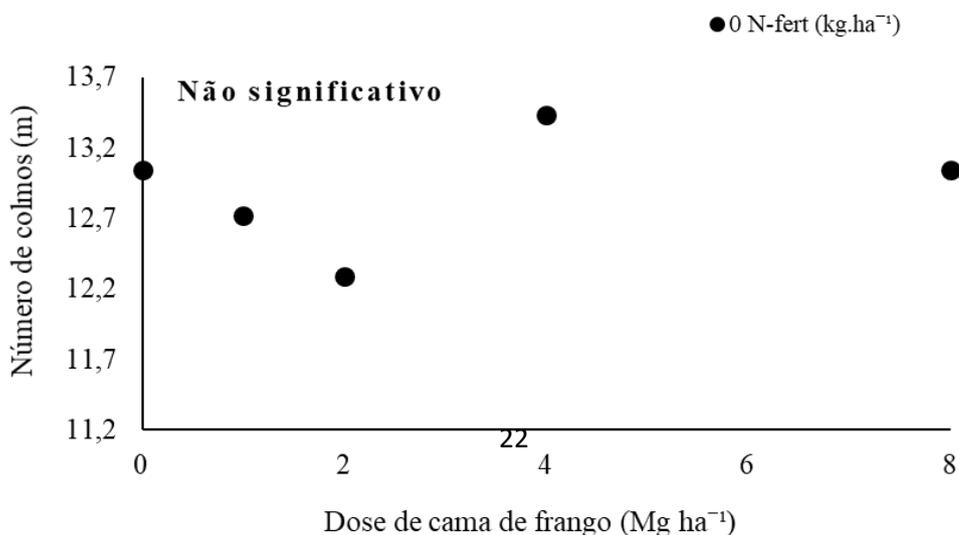
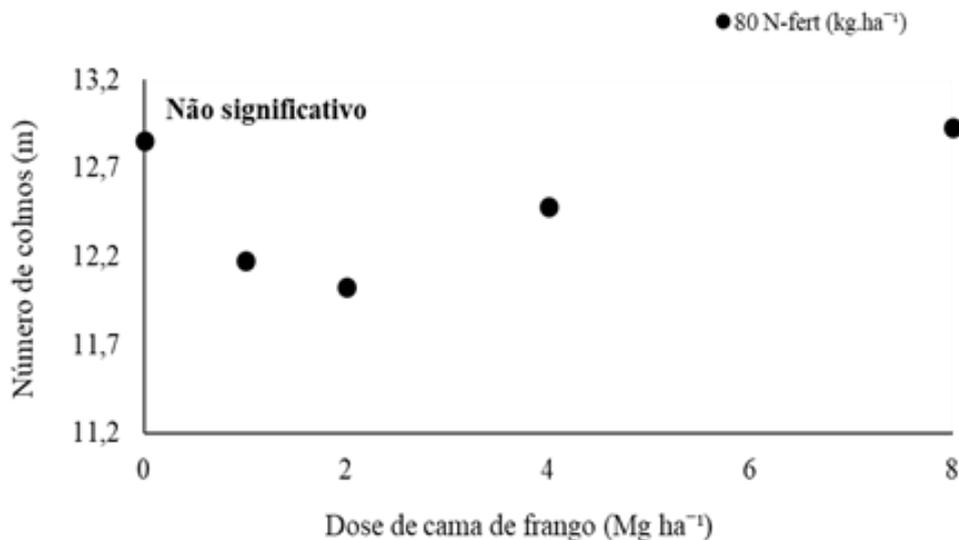


Figura 11. Número de colmos por metro em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante (nitrato de amônio), logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Na dose 0 kg ha⁻¹ do N-fertilizante não foi obtido ajuste de modelo de regressão





significativo que demonstre o efeito da aplicação de doses crescentes de cama de frango (Figura 12).

Figura 12. Número de colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 0 kg ha⁻¹ de N-fertilizante (nitrato de amônio), logo após a colheita e no meio de safra, (safra 2018/19).

Guimarães et al. (2016), testando 5 doses de cama de frango, aplicada em fundo de sulco, na cultura da cana-de-açúcar, observou efeito linear do na variável analisada aos 4 meses após a aplicação dos tratamentos, já a avaliação realizada aos 12 meses não foi significativa, corroborando com os resultados apresentados no presente trabalho.

Na dose 80 kg ha⁻¹ do N-fertilizante, também não foi obtido ajuste de modelo de regressão significativo que demonstre o efeito da aplicação de doses crescentes de cama de frango (Figura 13).

Figura 13. Número de Colmos por metro em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 80 kg ha⁻¹ de N-fertilizante (nitrato de amônio), logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Como observado nas figuras 9, 10 e 11 os coeficientes de determinação (R²) foram baixos e apesar de significativos os resultados, eles não são eficientes para calcular os valores não observados.

Ao observar os resultados obtidos pela aplicação de doses crescentes de cama de frango, houve resposta favorável às doses de N-fertilizante empregadas. Por se tratar de um adubo de liberação lenta e disponibilidade gradual dos nutrientes, a cama de frango proporcionou um tempo maior para que a variedade aproveitasse mais os nutrientes, uma vez que a cama de frango foi aplicada logo após a colheita. Nota-se também que os melhores resultados foram obtidos quando utilizadas altas doses de N-fertilizante (120 kg ha^{-1}) associadas com altas doses de cama de frango (Mg ha^{-1})

4.2 Diâmetro Médio dos Colmos

4.2.1 Aplicação de Dose Crescentes de N-fertilizante.

A aplicação de doses crescentes de N-fertilizante resultou em modelos lineares e quadráticos para a variável Diâmetro Médio dos Colmos, dependendo da dose de cama de frango utilizada. Como observado na figura 14, nas parcelas que receberam 1 Mg ha^{-1} de cama de frango, as doses de N-fertilizante influenciaram de forma linear, obtendo na maior dose de N-fertilizante (160 kg ha^{-1}) $21,9 \text{ mm}$ de diâmetro.

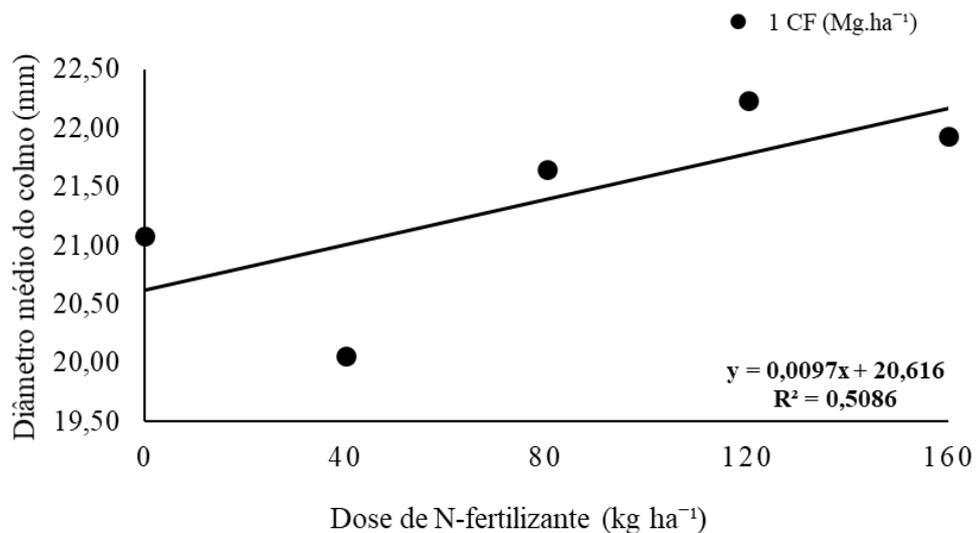


Figura 14. Diâmetro Médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 1 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Na avaliação do efeito das doses crescentes de N-fertilizante, dentro de cada dose de cama de frango, pode-se observar que a aplicação das doses crescentes de N-fertilizante resultou em modelo quadrático nas doses de 0, 2 e 8 Mg ha⁻¹ de cama de frango. Como observado nas figuras 15, 16 e 17 os coeficientes de determinação (R²) foram baixos e apesar de significativos os resultados, eles não são eficientes para calcular os valores não observados.

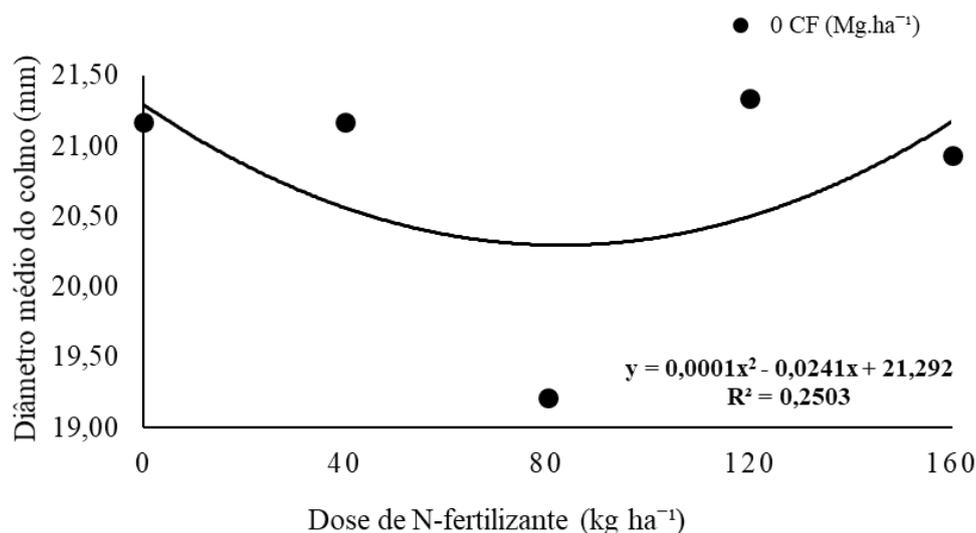


Figura 15. Diâmetro Médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 0 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

O resultado da aplicação das doses de N-fertilizante do trabalho aqui apresentado foi similar ao observado por Prado & Pancelli (2008), testando 5 doses de nitrogênio em segunda soca, em que as doses empregadas promoveram incremento quadrático no diâmetro do colmo.

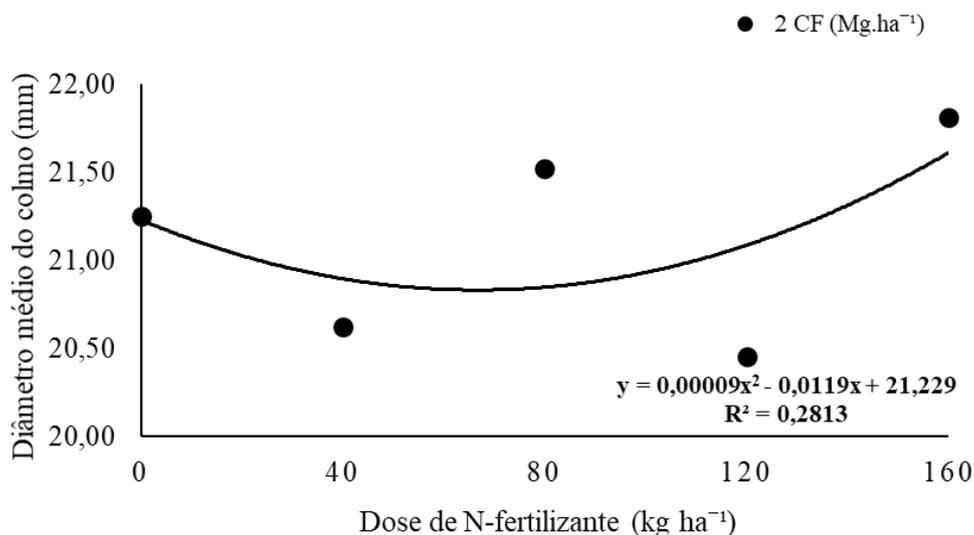


Figura 16. Diâmetro médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 2 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

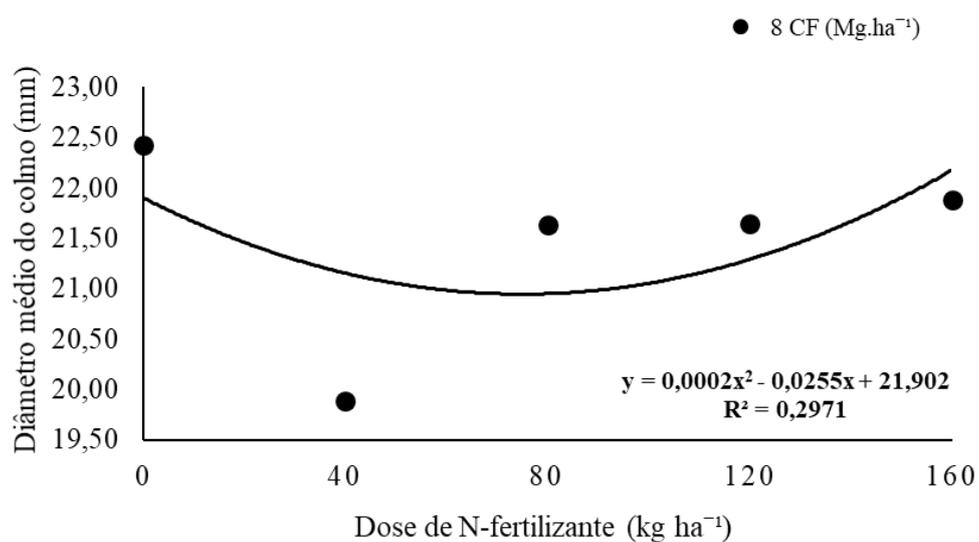


Figura 17. Diâmetro Médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 8 Mg ha⁻¹ logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Na avaliação do efeito das doses crescentes de nitrogênio aplicadas os dados obtidos para o diâmetro médio do colmo, não se ajustaram a nenhum dos modelos de regressão avaliados quando a dose de cama de frango utilizada foi de 4 Mg ha⁻¹, (Figura 18).

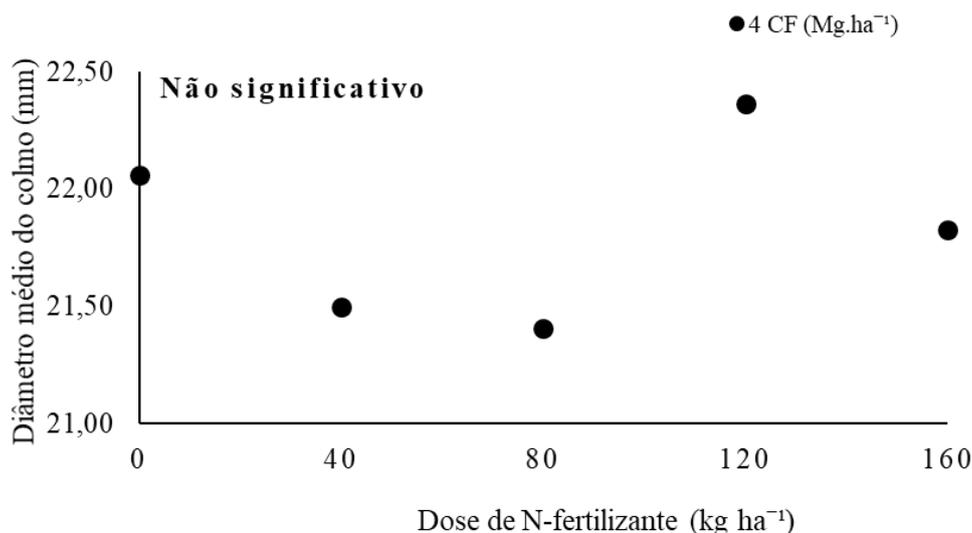


Figura 18. Diâmetro médio dos colmos em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 4 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Por se tratar de uma variedade de crescimento rápido, houve a necessidade de doses maiores de N-fertilizante para que ela pudesse expressar seu potencial no aumento do diâmetro do colmo, uma vez que a área experimental estava com população de plantas alta promovendo assim maior competição por nutrientes, principalmente o nitrogênio. A IAC91-1099 não tem características genéticas de cultivares de colmos grossos, porém por causa das altas doses utilizadas essa expressão pode ser observada com o uso de doses acima de 120 kg de N por hectare.

4.2.2 Aplicação de Doses Crescentes de Cama de frango.

Na dose 0 kg ha⁻¹ de N-fertilizante os dados se ajustaram ao modelo linear que demonstra o efeito do aumento crescentes das doses de cama de frango, corroborando com os resultados obtidos por Guimarães et al. 2016, utilizando 5 doses de cama de frango, em que foi observado efeito linear nas avaliações realizadas aos 10 meses após a aplicação dos

tratamentos. Na maior dose de cama de frango utilizada (8 Mg ha⁻¹) neste presente trabalho, obteve-se o diâmetro médio de colmos de 22,4 mm (Figura 19).

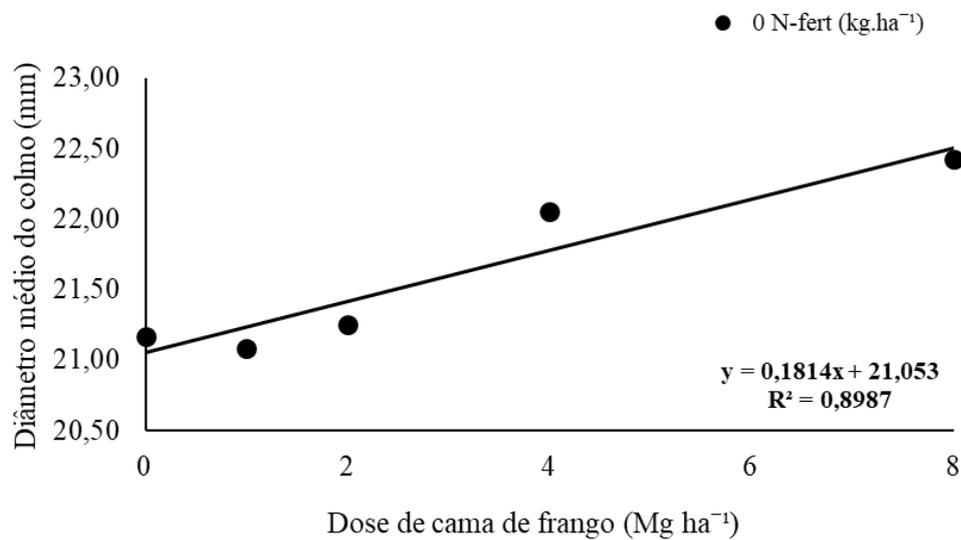


Figura 19. Diâmetro médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose 0 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Nas doses de 40, 80 e 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, a aplicação de doses crescentes de cama de frango foi observado modelo polinomial quadrático, tendo seu ponto de máxima 3,1 Mg ha⁻¹, obtendo diâmetro médio de 21,0 mm, 5,2 Mg ha⁻¹, obtendo diâmetro médio de 22,1 mm e também 5,2 Mg ha⁻¹, obtendo 22,1 mm de diâmetro, respectivamente. Como observado nas figuras 20, 21 e 22 os coeficientes de determinação (R²) foram baixos e apesar de significativos os resultados, eles não são eficientes para calcular os valores não observados.

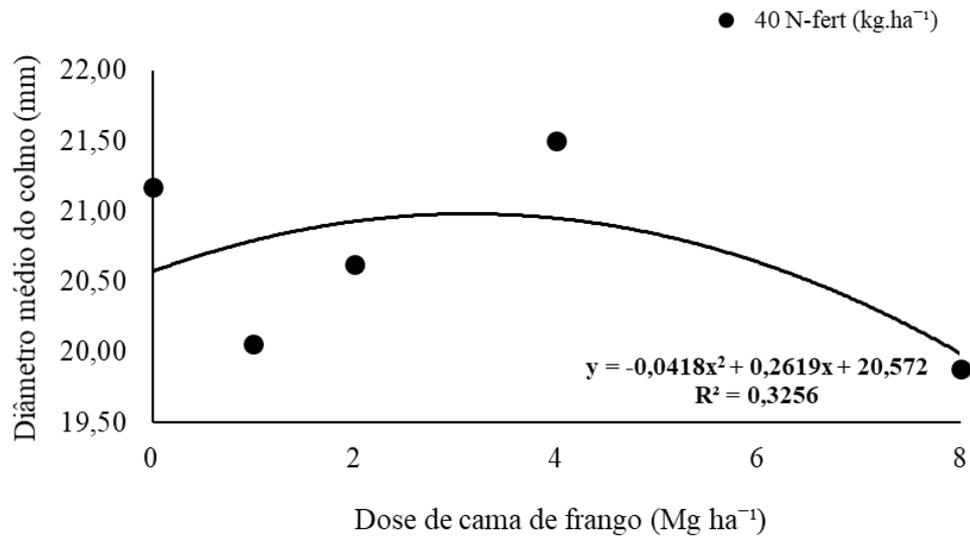


Figura 20. Diâmetro médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose 40 kg ha⁻¹ de N-fertilizante logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

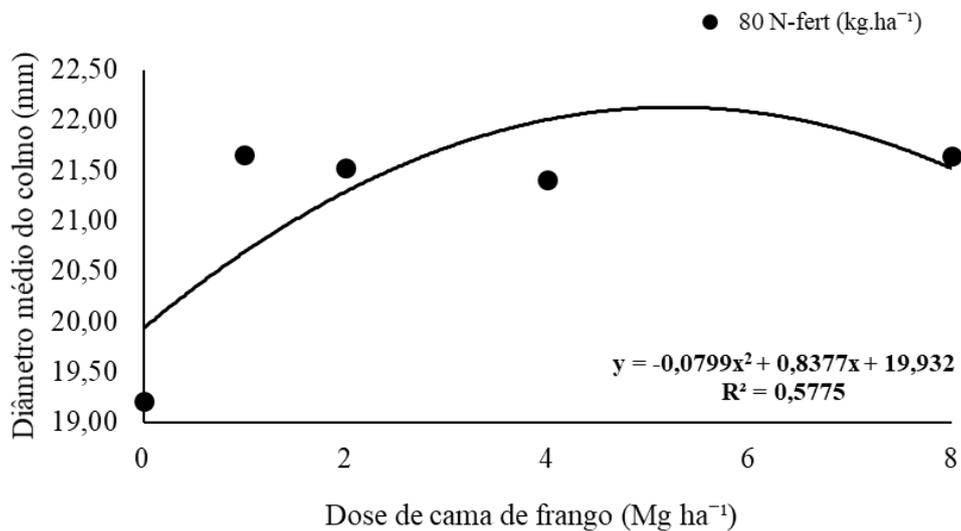


Figura 21. Diâmetro médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose 80 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

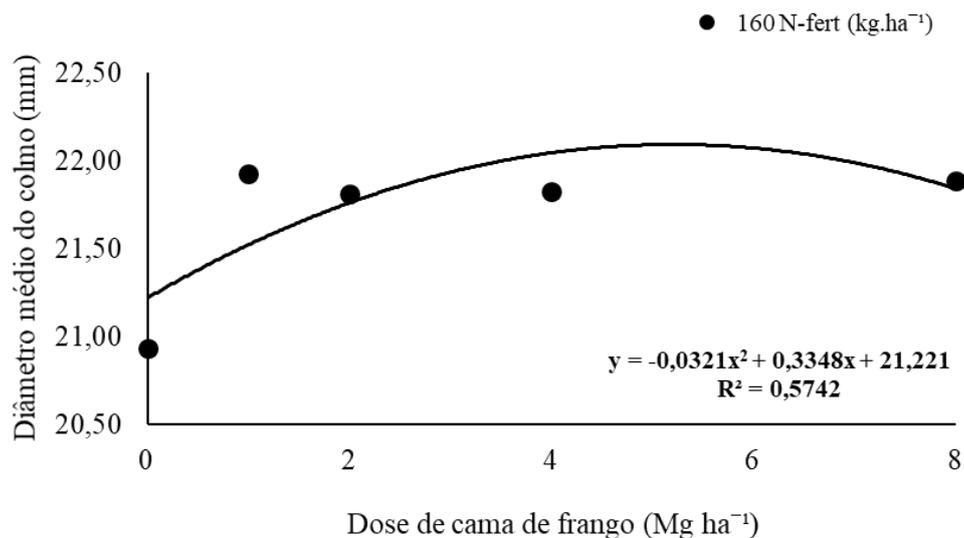


Figura 22. Diâmetro médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Não foi observado modelo estatístico que se ajustasse à aplicação de doses crescentes de cama de frango na dose de 120 kg ha⁻¹ de N-fertilizante (Figura 23).

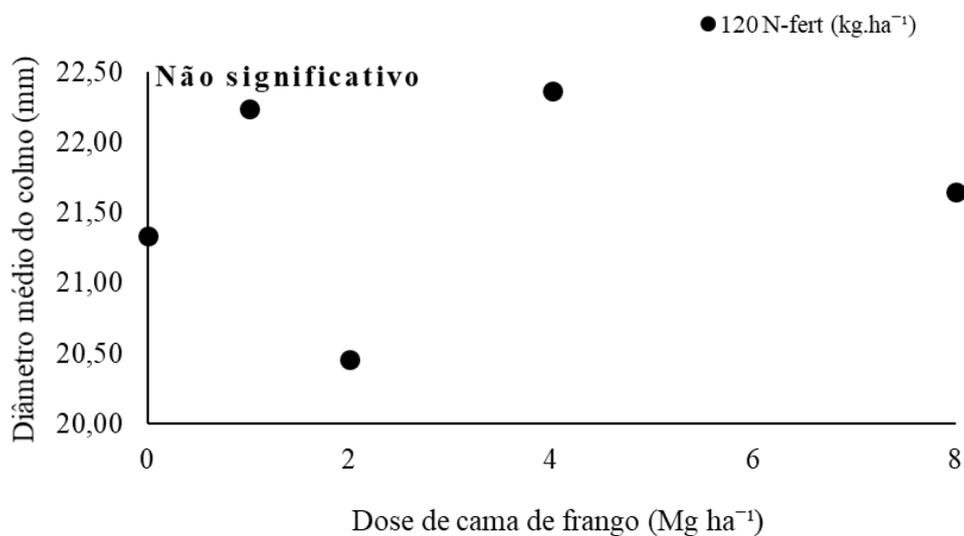


Figura 23. Diâmetro médio dos colmos em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose 120 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Novamente como observados nas variáveis anteriores, o diâmetro médio foi muito influenciado pela aplicação de doses crescentes de cama de frango, comprovando mais uma vez que o período que o adubo ficou disponível no campo foi essencial ao desenvolvimento a cultivar, podendo assim expressar todo seu potencial. A IAC91-1099 é uma variedade exigente e dependente de altas doses de nutrientes para seu pleno desenvolvimento.

4.3 Altura de Colmos em Metros

4.3.1 Aplicação de Doses Crescentes de N-fertilizante

O emprego de doses crescentes de N-fertilizante resultou em modelos quadrático e lineares para a variável analisada Altura de Colmos em metros. Nas parcelas em que a cama de frango não foi aplicada (0 Mg ha^{-1}), foi observado efeito linear da utilização de doses crescentes de N-fertilizante, na maior dose utilizada de N-fertilizante obteve 2,4 metros de altura de colmos, efeito também observado por Castro (2008), utilizando 5 doses de N-fertilizante, um incremento significativo na altura dos colmos. Quando utilizando 1 Mg ha^{-1} de cama de frango houve resposta linear ao aumento crescente das doses de N-fertilizante, que na sua maior dose obteve também 2,4 metros de altura de colmos. Para a dose de 2 Mg ha^{-1} de cama de frango também foi observado efeito linear com a aplicação de doses crescentes de N-fertilizante, obtendo 2,4 metros de altura de colmos (Figuras 24, 25 e 26).

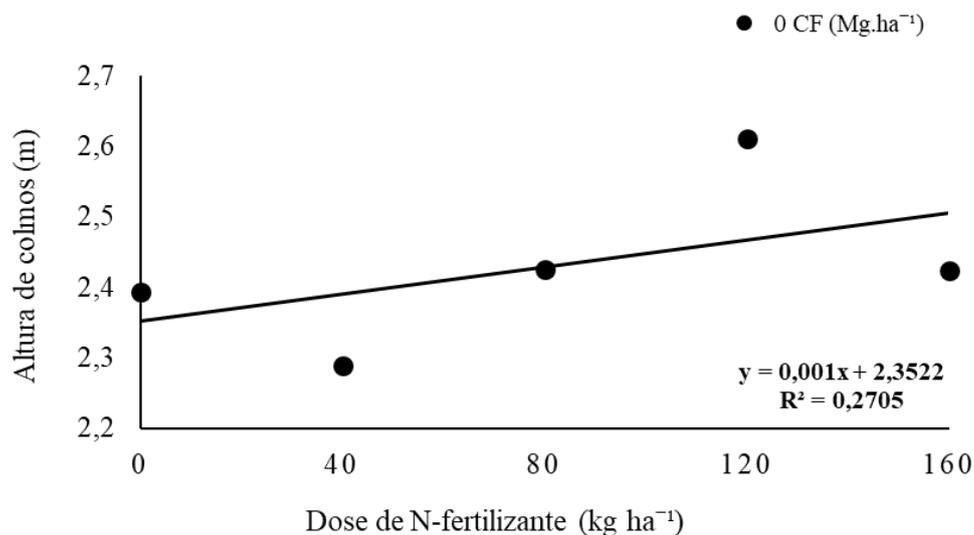


Figura 24. Altura de colmos em metros em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 0 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

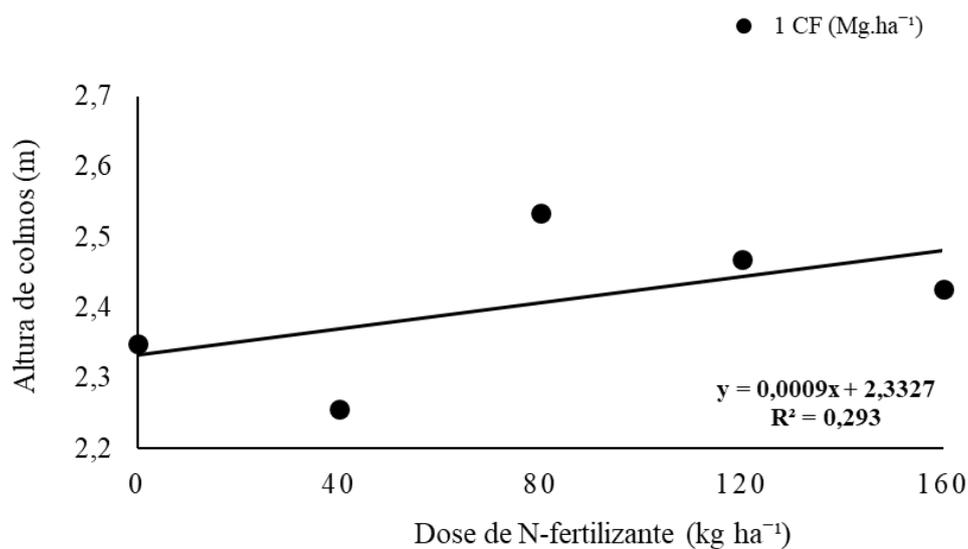


Figura 25. Altura de colmos em metros em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 1 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

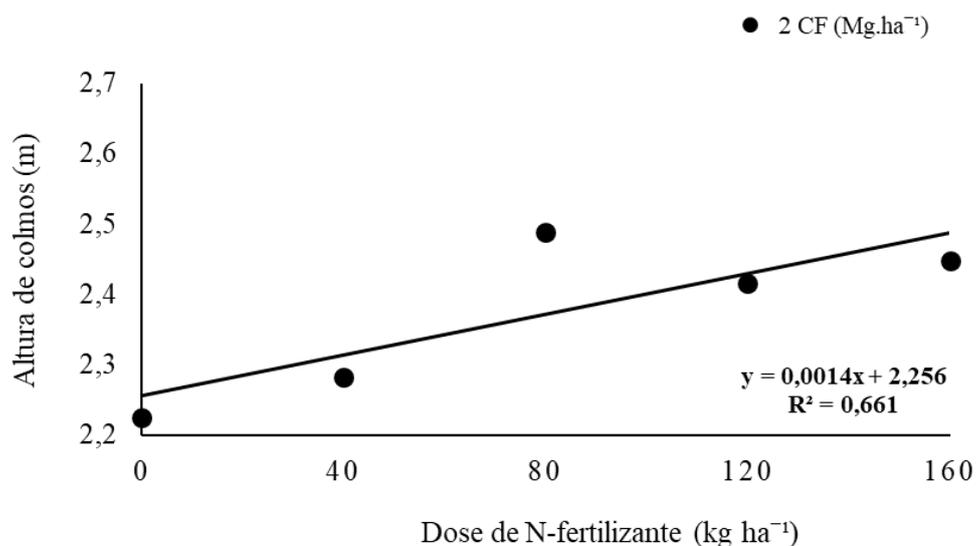


Figura 26. Altura de Colmos em metros em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 2 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Observando as figuras 25 e 26, independentemente das doses de cama de frango empregadas neste presente trabalho, que, quando utilizada a dose de 80 kg ha⁻¹ de N-fertilizante a variável demonstra-se superior às demais doses aplicadas, resultado também observado por Mendonça et al. (2016) afirmando que a dose de 80 kg ha⁻¹ de N está associada ao maior crescimento de colmos das cultivares de cana-de-açúcar.

Na dose de 8 Mg ha⁻¹ de cama de frango, a aplicação de doses crescentes de N-fertilizante ajustou-se ao modelo quadrático para a altura de colmos. Apesar de ser significativo devido o coeficiente de determinação ser muito baixo (R²), a equação não é segura para medir os valores não observados (Figura 27).

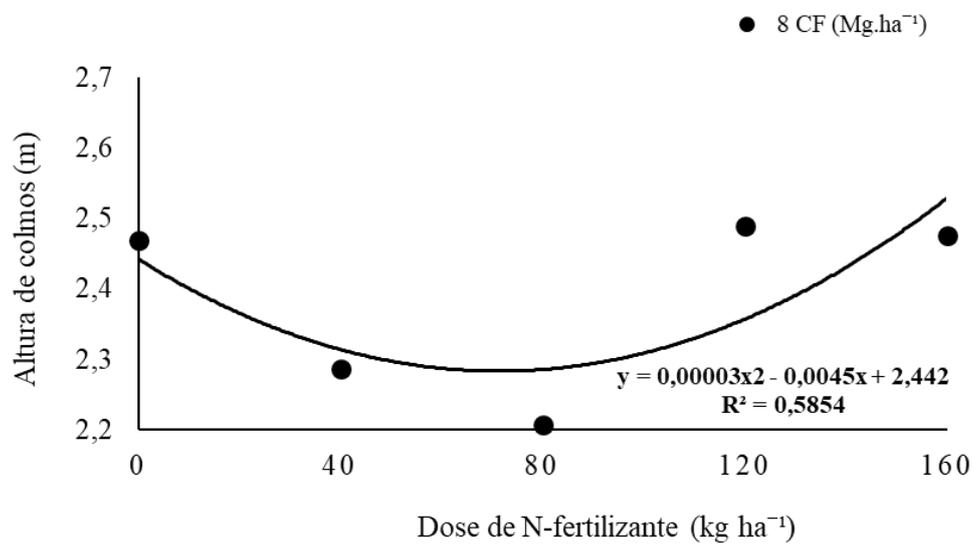
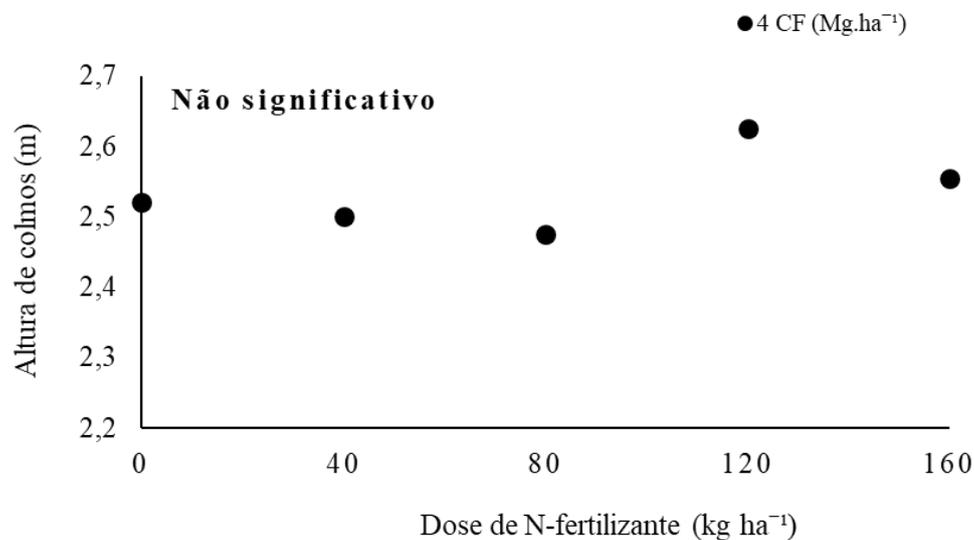


Figura 27. Altura de colmos em metros em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 8 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Não foi obtido ajuste de modelo de regressão significativo que demonstre o efeito do aumento crescente das doses de N-fertilizante na dose de 4 Mg ha⁻¹ de cama de frango (Figura



28).

Figura 28. Altura de colmos em metros em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 4 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

4.3.2 Aplicação de Dose Crescentes de Cama de Frango.

A aplicação de doses crescentes de cama de frango resultou em modelos linear e quadráticos para altura de colmos da cana-de-açúcar. Na figura 29, observa-se que a dose 0 kg ha⁻¹ de N-fertilizante ajustou-se linearmente a aplicação de doses crescentes de cama de frango. Na maior dose de cama de frango empregada obteve 2,5 metros de altura, contradizendo o resultado observado por Guimarães (2016), que ao testar a aplicação de 5 doses de cama de frango, aplicadas em fundo de sulco, não observou efeito significativo para a altura de colmos, nas avaliações realizadas 10 meses após a aplicação dos tratamentos.

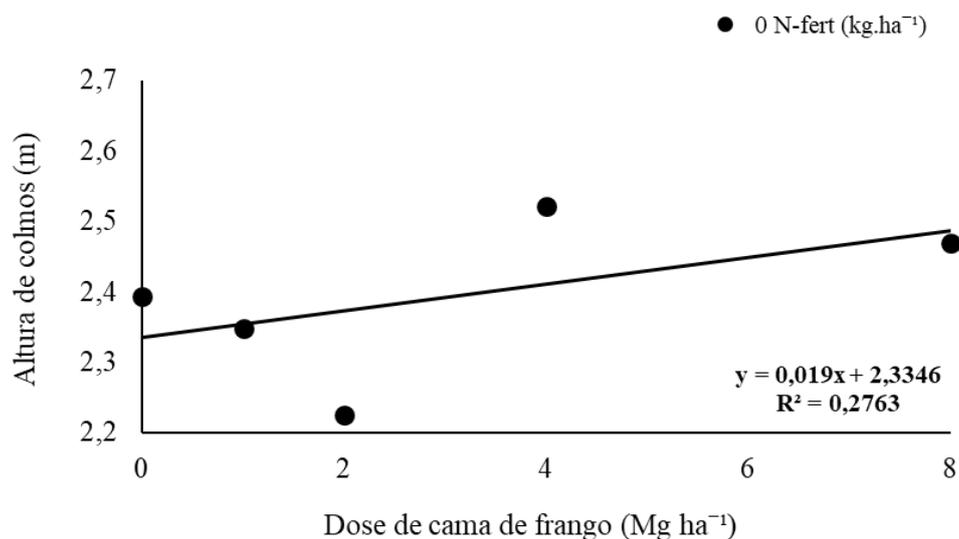


Figura 29. Altura de colmos em metros em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 0 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Na dose de 40 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, a aplicação de doses crescentes de cama de frango resultou em modelo quadrático para a altura dos colmos, com o seu ponto de máxima em 4,5 Mg ha⁻¹, obtendo 2,4 metros de altura de colmo (Figura 30).

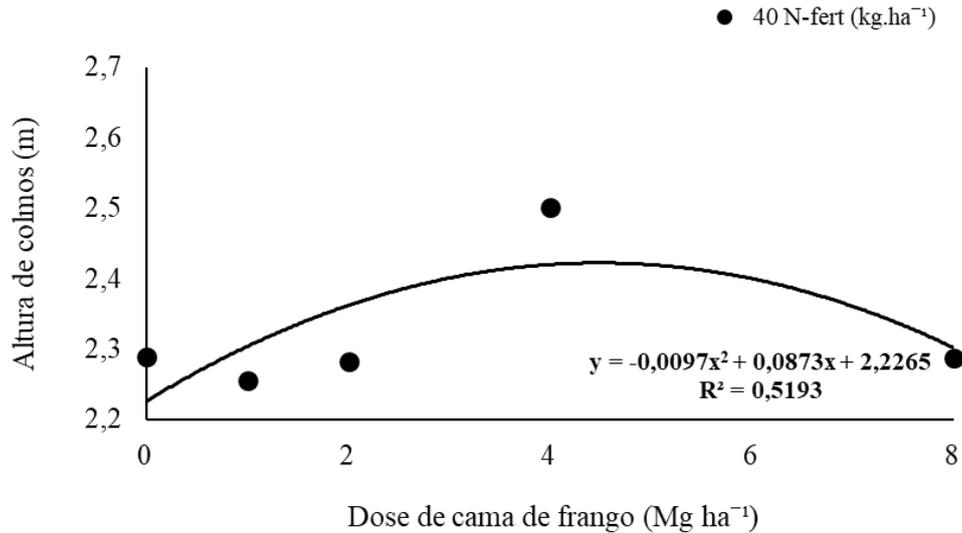


Figura 30. Altura de colmos em metros em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 40 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Na dose de 80 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, com o uso de doses crescentes de cama de frango, também foi observado modelo quadrático em que seu ponto de máxima foi de 2,4 Mg ha⁻¹, com 2,5 metros de altura (Figura 31).

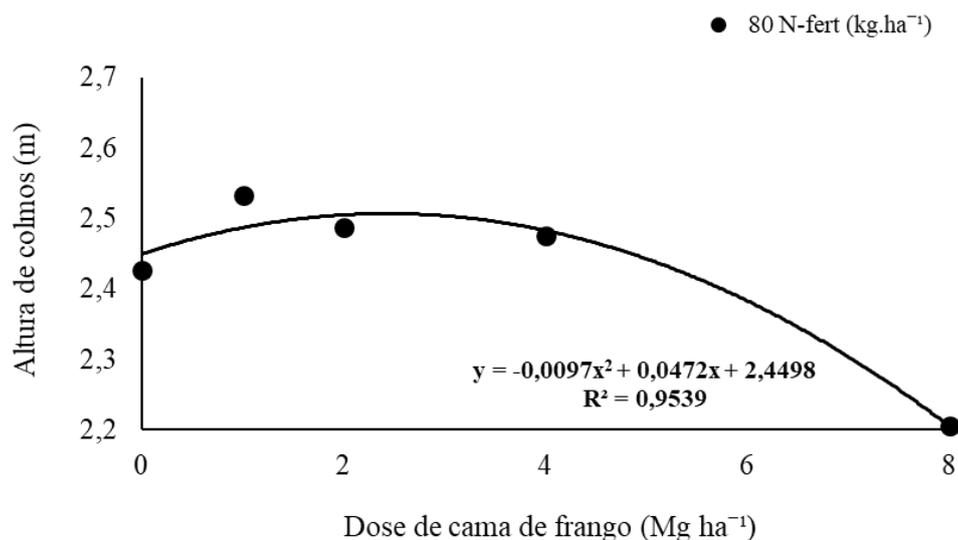
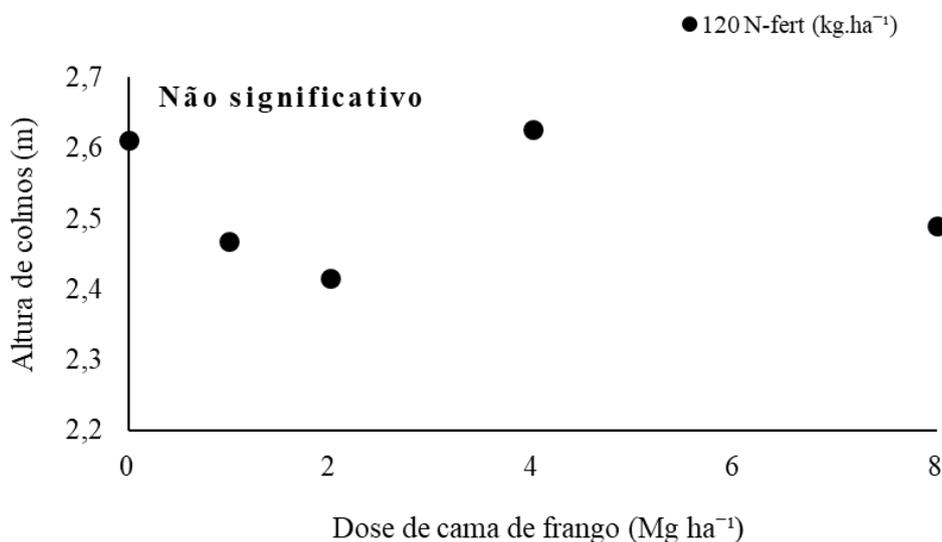


Figura 31. Altura de colmos em metros em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 80 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Como observado (Figuras 32 e 33) não foi obtido ajuste de modelo de regressão significativo que demonstre o efeito da aplicação de doses crescentes de cama de frango para



as doses de 120 e 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante.

Figura 32. Altura de colmos em metros em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 120 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

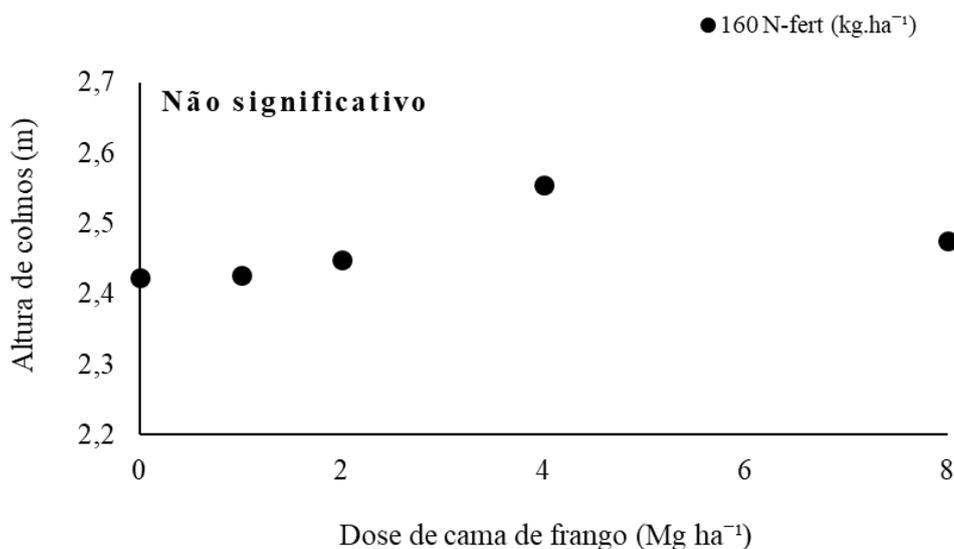


Figura 33. Altura de colmos em metros em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Para a variável altura de colmos tanto a utilização de doses crescentes de N-fertilizante quanto as doses crescentes de cama de frango influenciaram positivamente no crescimento dos colmos da cultivar em questão. Associar, portanto, altas doses de N-fertilizante e cama de frango foi crucial ao pleno desenvolvimento da variedade, pois com populações acima de 80.000 plantas por hectare a competição por nutrientes é bastante alta.

4.4 Toneladas de Colmos por Hectare (TCH)

4.4.1 Aplicação de Doses Crescentes de N-fertilizante.

Foi observado efeito linear com a aplicação de doses crescentes de N-fertilizante, e na maior dose empregada nas parcelas obteve 124 TCH (Figura 34), nas parcelas testemunha, em que foi aplicado 1 Mg ha⁻¹ de cama de frango observou-se redução na produtividade de colmos em 2 TCH.

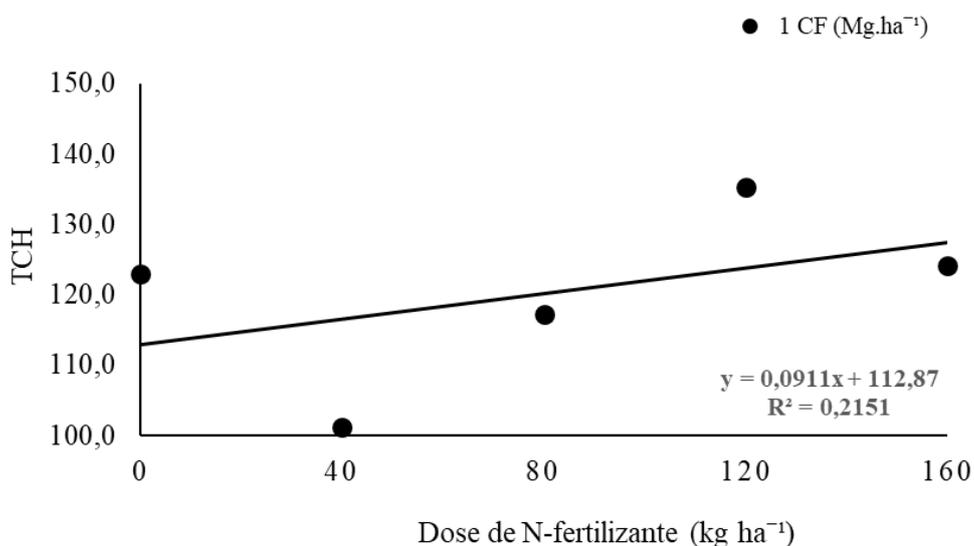


Figura 34. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 1 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

O emprego de doses crescentes de N-fertilizante, combinadas às doses de 0, 4 e 8 Mg ha⁻¹ de cama de frango resultou em modelos quadráticos, na dose de 4 Mg ha⁻¹ de cama de frango observou-se um ponto de máxima em 91 kg ha⁻¹ de N-fertilizante obtendo 131 TCH, para a dose de 8 Mg ha⁻¹ de cama de frango obteve seu ponto de máxima em 88 kg ha⁻¹ de N-fertilizante com 140 TCH (Figuras 35, 36 e 37).

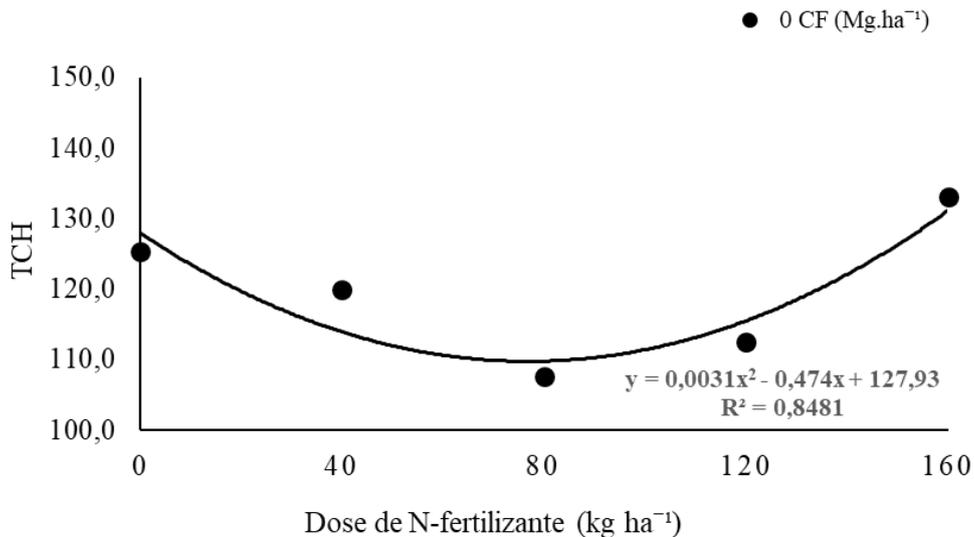


Figura 35. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 0 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

O efeito da aplicação de doses crescentes de N-fertilizante, observado na figura 35, somente houve respostas na TCH após a adição de 1,2 kg de N-fertilizante por Mg de colmos produzidos (Sousa et al., 2017), em contrapartida, a recomendação de N-fertilizante baseada na produtividade de colmos por hectare (1 kg ha⁻¹ de N-fertilizante por Mg de colmos extraídos) pode resultar em aplicações excessivas ou insuficientes de N (Thorburn et al., 2011; Otto et al., 2013).

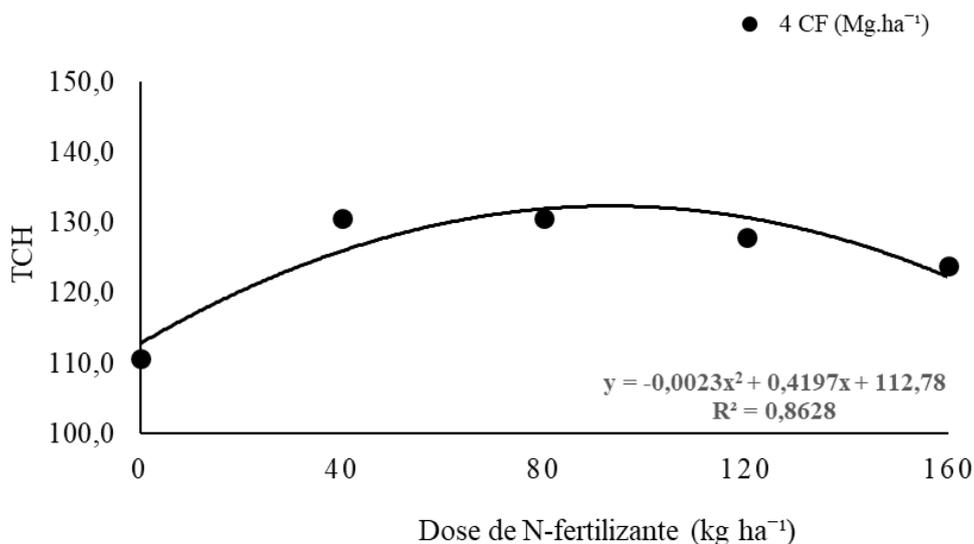


Figura 36. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 4 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

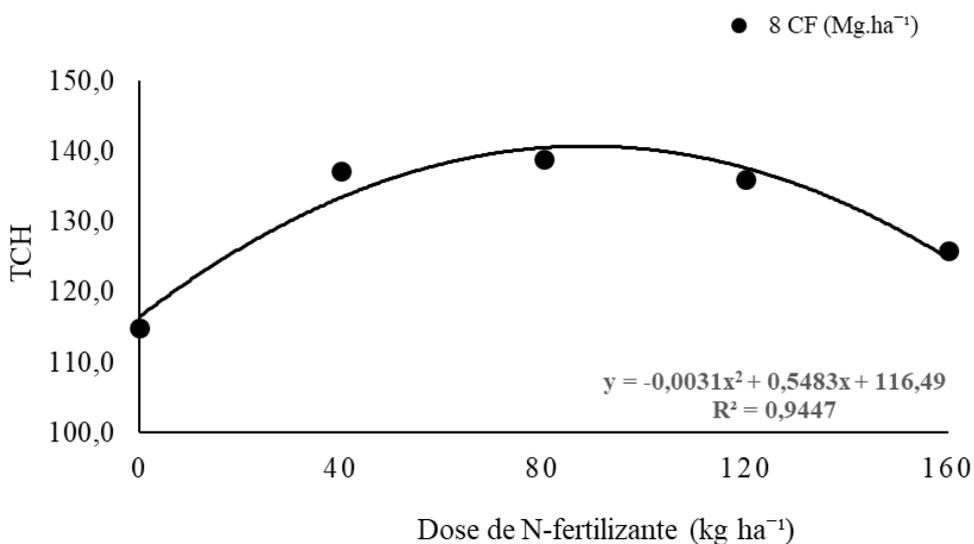


Figura 37. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 8 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Observa-se que com o aumento da dose de cama de frango, houve diminuição da dose de N-fertilizante (ponto de máxima) e um ganho em produtividade (TCH). Ribeiro *et al.* 2016, testando 5 doses de cama de peru, na cultura da cana de açúcar, identificou que a

produtividade (TCH) é influenciada positivamente com a aplicação do adubo, obtendo resultado de 97 TCH com a aplicação de 10 Mg ha⁻¹ do adubo.

Não foi obtido ajuste de modelo de regressão significativo que demonstre o efeito do aumento das doses de N-fertilizante combinada a dose de 2 Mg ha⁻¹ (Figura 38).

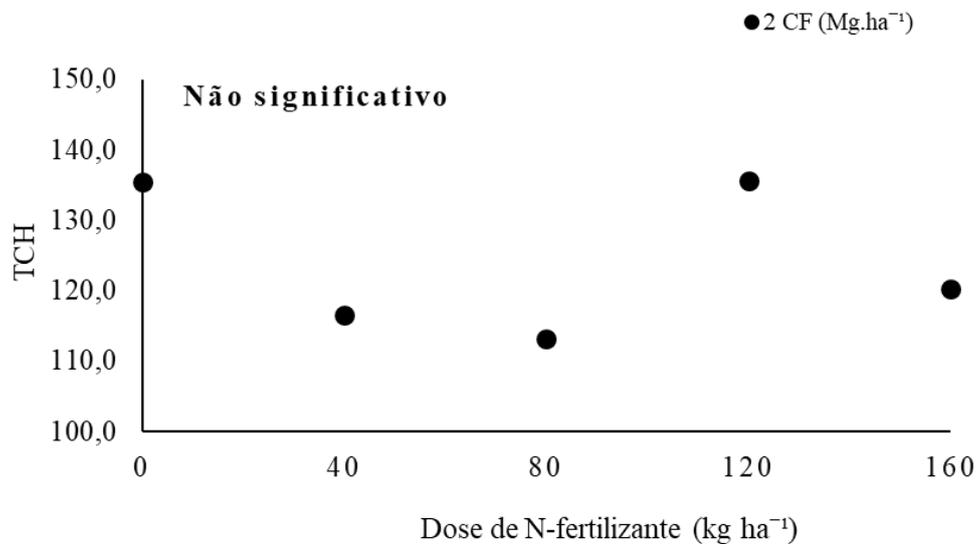


Figura 38. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 2 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

4.4.2 Aplicação de Doses Crescentes de Cama de Frango.

Foram obtidos modelos lineares para a aplicação de doses crescentes de cama de frango com ou sem adição de doses de N-fertilizante nos ganhos em TCH. Na dose 0 kg ha⁻¹ de N-fertilizante foi observado modelo linear decrescente, porém houve incremento na produtividade de 10 TCH na dose de 2 Mg ha⁻¹ de cama de frango em relação a testemunha (Figura 39), resultado este, que familiariza com o de Ramos (2013), que ao testar 3 doses de cama de frango não encontrou efeito significativo para o uso de doses crescentes de cama de frango, porém observou ganho na produtividade de 6,7 TCH utilizando 3 Mg ha⁻¹ de cama de frango.

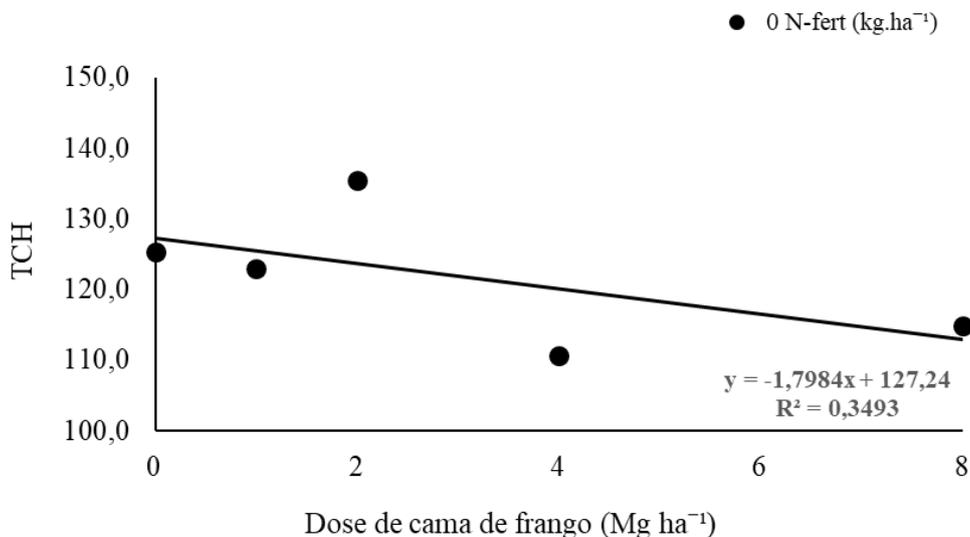


Figura 39. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 0 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Ainda citando a figura 39, observa-se que quanto maior a disponibilidade de M.O.S. maior será a competição por compostos orgânicos nitrogenados entre as plantas e os microrganismos no solo, pois as plantas têm a capacidade de absorver moléculas de estruturas complexas como aminoácidos (Farrell *et al.* 2011).

Para a dose de 40 kg ha⁻¹ de N-fertilizante foi obtido modelo linear, com o uso da maior dose de cama de frango, obtendo 137,19 TCH. Observa-se com a adição de 40 kg ha⁻¹ de N-fertilizante em doses crescentes de cama de frango, acréscimo de 17 TCH em relação à testemunha (Figura 40). Esse ganho de produtividade está diretamente ligado a disponibilidade imediata do N através da aplicação do nitrato de amônio, justificando seu uso.

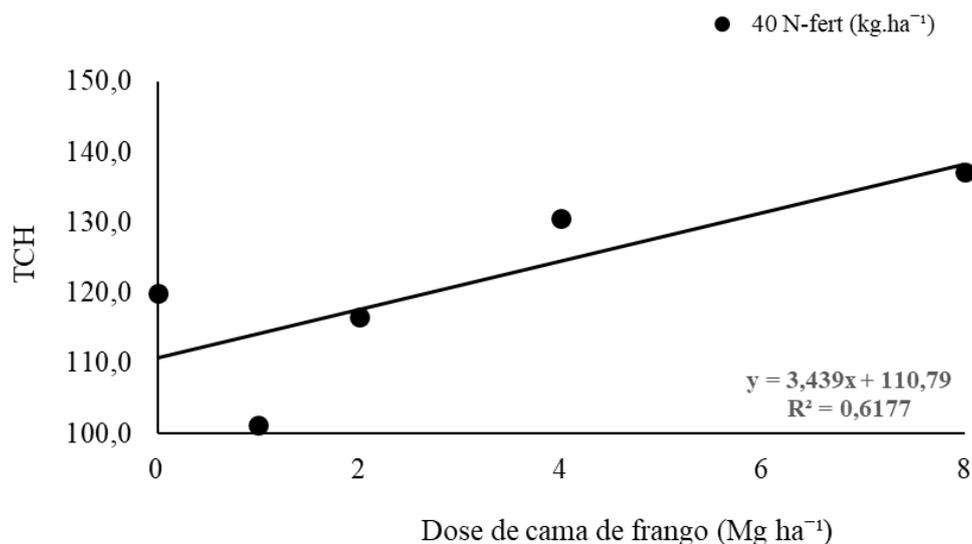
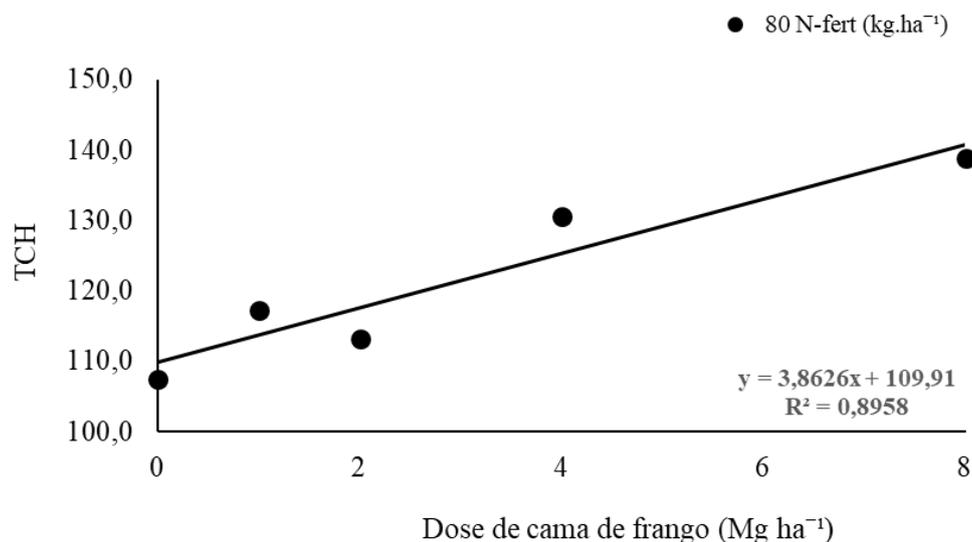


Figura 40. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 40 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Nas doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, a aplicação de doses crescentes de cama de frango resultou em modelo linear, em que utilizando a maior dose de cama de frango



obteve 138 e 136 TCH (Figuras 41 e 42).

Figura 41. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 80 kg ha⁻¹ de N-

fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

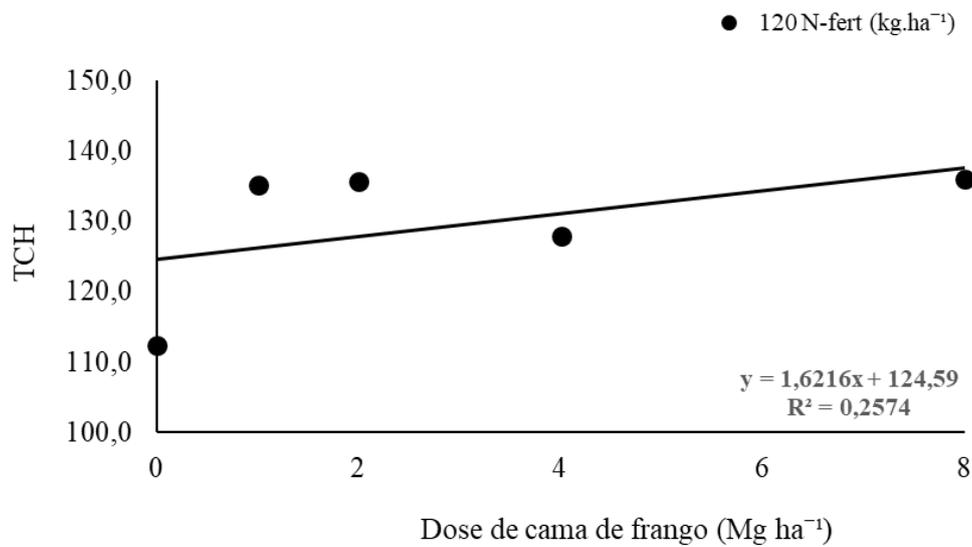


Figura 42. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 120 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Como observado na figura 43, não foi obtido ajuste de modelo de regressão significativo que demonstre o efeito da aplicação de doses crescentes de cama de frango para a dose de 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante.

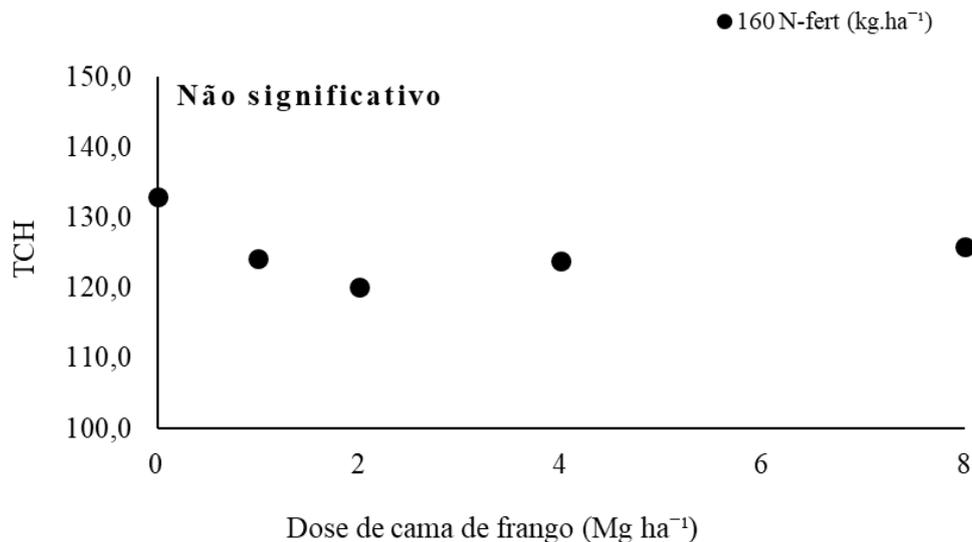


Figura 43. Toneladas de colmos por hectare (TCH) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

A aplicação de resíduos orgânicos, como cama de aviários, é essencial pois pode elevar os níveis de matéria orgânica do solo (MOS), melhorando a sua fertilidade (Pinto *et al.* 2012). Além de elevar os teores de MOS, sua aplicação sequencial e em altas dosagens promove maior adição de nutrientes para melhor desenvolvimento da cultura (Leite *et al.* 2010; Pinto *et al.* 2012).

4.5 Toneladas de Açúcar por Hectare (TAH)

4.5.1 Aplicação de Doses Crescentes de N-fertilizante.

Com a aplicação de doses crescentes de N-fertilizante, observa-se efeito quadrático em relação a variável TAH. Inicialmente houve declínio na produtividade de açúcar pela utilização de baixas doses de N-fertilizante, conforme foi aumentando as doses observou-se ganho 1,5 TAH na maior dose empregada neste presente trabalho que foi de 160 kg há⁻¹ de N-fertilizante (Figura 49), resultados confirmados por Espironelo *et al.* (1987); Yadav *et al.* (1990) e Vitti *et al.* (2007), em que observaram efeitos significativos utilizando doses de N-fertilizante de 0 a 200 kg ha⁻¹.

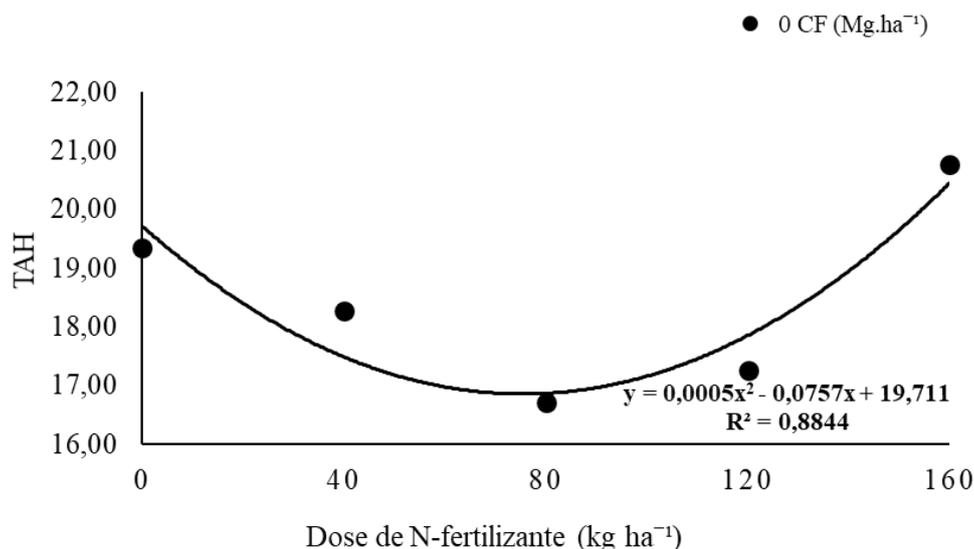
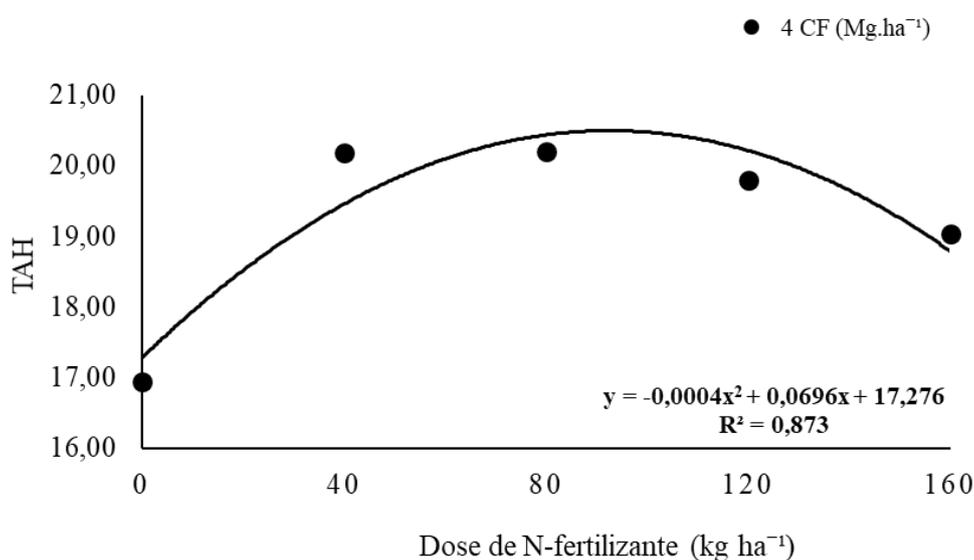


Figura 49. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 0 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Nas doses de 4 e 8 Mg ha⁻¹ de cama de frango resultou em resultados quadráticos com pontos de máxima em 87 kg ha⁻¹ de N-fertilizante obtendo 20,3 TAH e 95 kg ha⁻¹ de N-



fertilizante obtendo 21 TAH (Figuras 50 e 51).

Figura 50. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 4 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

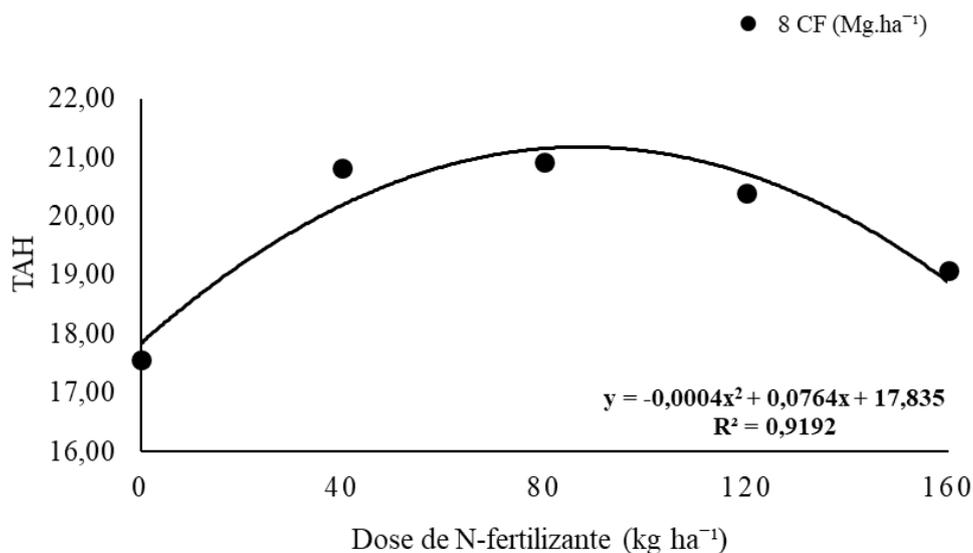


Figura 51. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 8 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Observando ainda as figuras 50 e 51, apesar do efeito da aplicação de doses crescentes de N-fertilizante às doses de cama de frango ter sido semelhante, houve incremento de 1 TAH quando adicionados 4 Mg ha⁻¹ de cama de frango as máximas teóricas de N-fertilizante nas parcelas.

Para as doses de 1 e 2 Mg ha⁻¹ de cama de frango não foi encontrado um modelo de regressão que justifique o efeito de doses crescentes de N-fertilizante (Figuras 52 e 53).

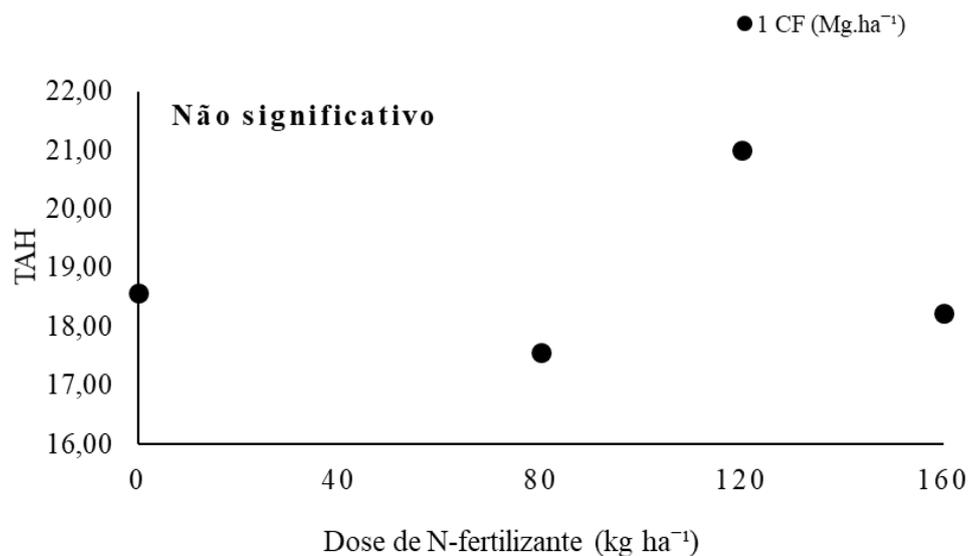


Figura 51. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 1 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

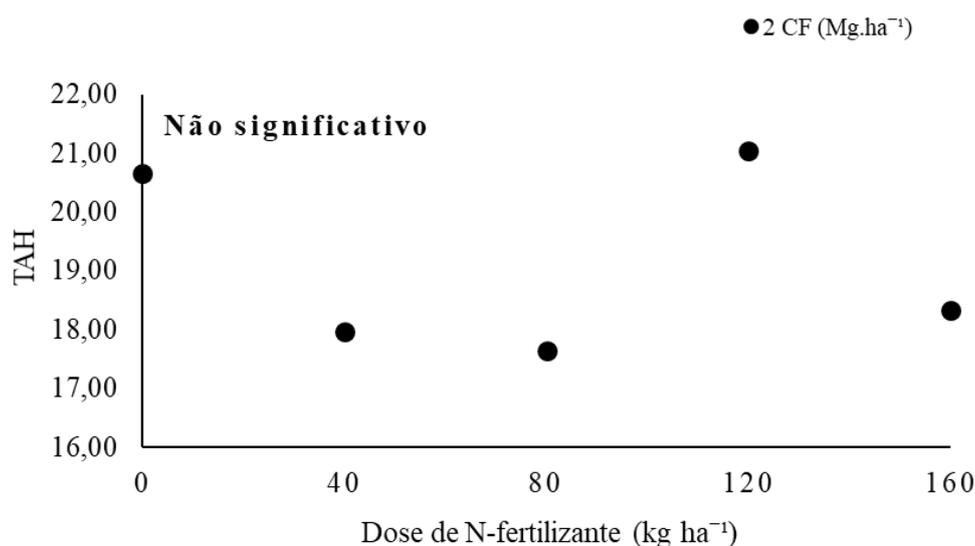


Figura 52. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de N-fertilizante (kg ha⁻¹), e a dose 2 Mg ha⁻¹, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

4.5.2 Aplicação de Doses Crescentes de Cama de Frango.

Efeitos lineares foram observados quando utilizando doses crescentes de cama de frango às doses de 0, 40 e 80 kg ha⁻¹ de N-fertilizante. Na dose 0 de N-fertilizante observou efeito decrescente na produtividade de toneladas de açúcar (TAH) à medida que empregou doses maiores de cama de frango, contrariando os resultados observados por Guimarães

(2016), estudando a produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango, quando utilizada a dose de 12 Mg ha⁻¹ de cama de frango, obteve maior acúmulo de açúcares solúveis nos colmos (°Brix), o Brix tem relação direta com os teores de açúcares presentes no caldo que vai de 18 a 25% (Lavanholi, 2010). No presente trabalho a maior dose utilizada de cama de frango obteve a produtividade de 17 TAH, resultado esse, abaixo 2 TAH da testemunha. (Figura 44).

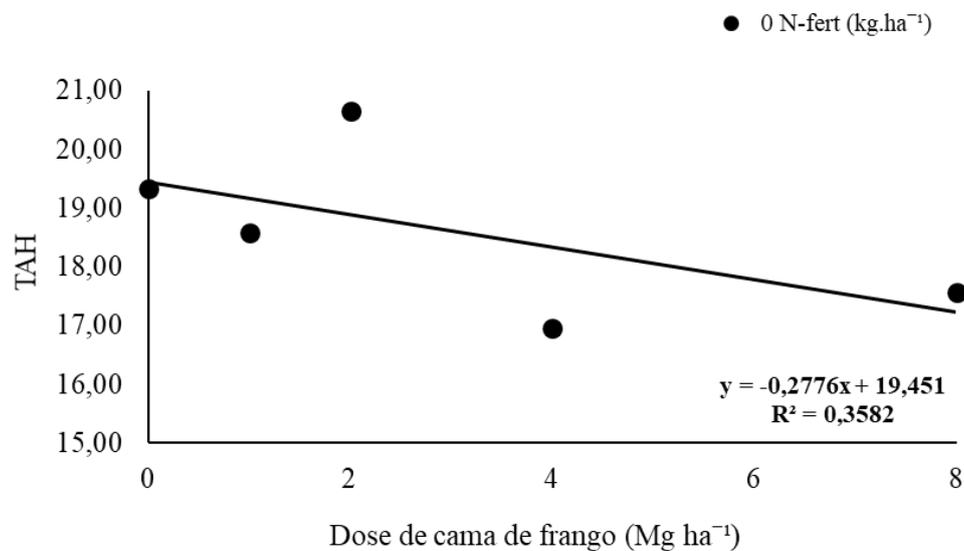


Figura 44. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 0 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Ganhos lineares são observados quando utilizaram doses crescentes de cama de frango na dose de 40 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, obtendo na maior dose utilizada de cama de frango a produtividade de 20,8 TAH. Na dose de 80 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, também foi observado ganhos lineares na produtividade em TAH, e na maior dose empregada de cama de frango obteve-se 20,9 TAH (Figuras 45 e 46).

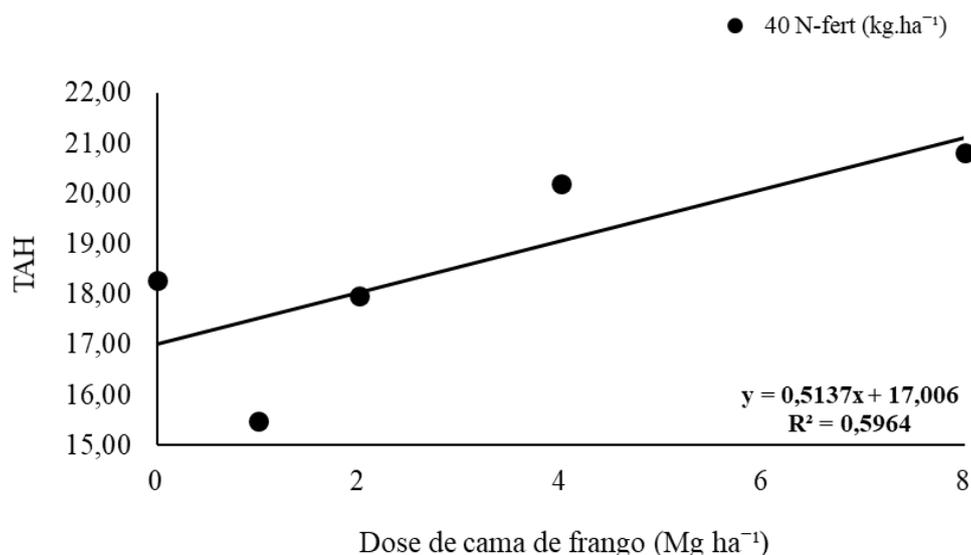


Figura 45. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 40 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

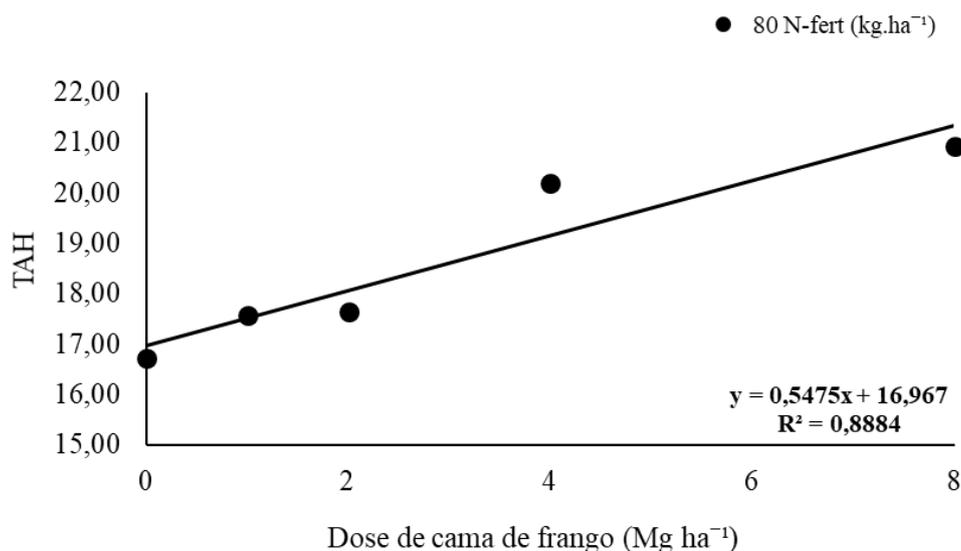


Figura 46. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 80 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Nas demais doses (120 e 160 kg ha⁻¹) de N-fertilizante não foi encontrado um modelo de regressão que justifique o efeito de doses crescentes de cama de frango (Figuras 47 e 48).

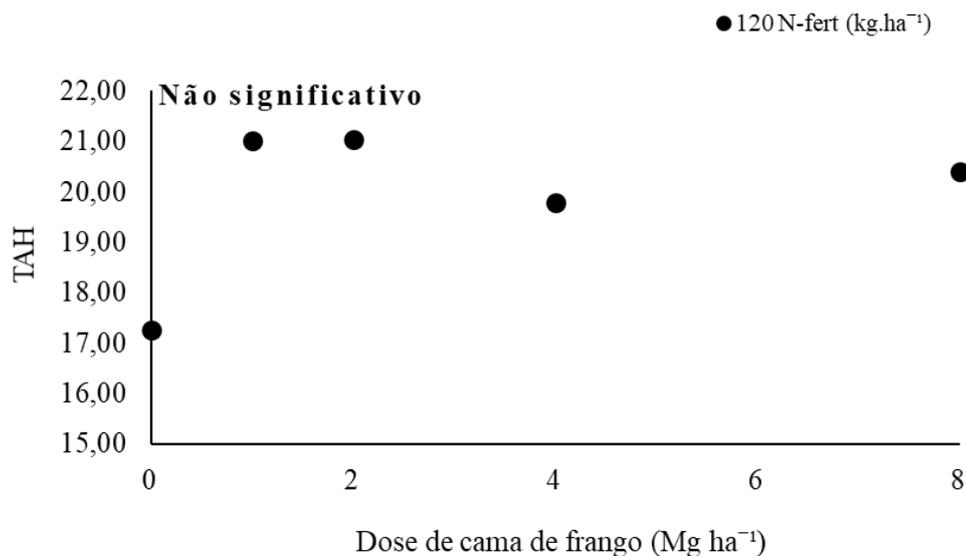


Figura 47. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 120 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

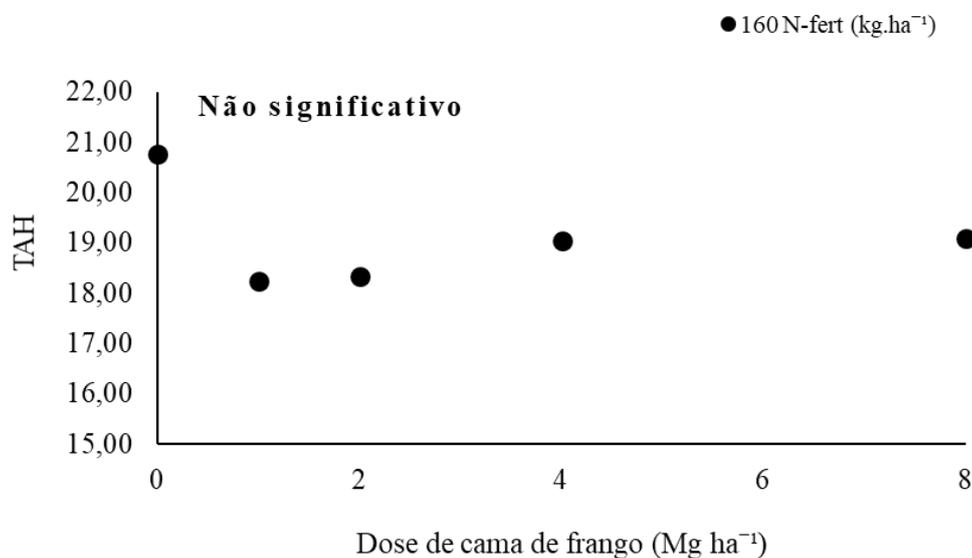


Figura 48. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em 2^a soca na cultura da cana-de-açúcar com aplicação de doses crescentes de cama de frango (Mg ha⁻¹), e a dose de 160 kg ha⁻¹ de N-fertilizante, logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19).

Resende et al., 2006 observou que a aplicação de N afetou as características tecnológicas da cana-de-açúcar, porém houve ganho em produtividade dos colmos favorecendo o ganho em TAH, o que justifica a sua utilização.

4.6 Qualidade da Matéria-Prima (ATR, °Brix, POL e Fibra)

Não houve modelo estatístico significativo que explicasse o efeito da aplicação de doses crescentes de cama de frango em relação a doses de N-fertilizante. Também não houve significância das variáveis analisadas isoladamente (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4. Médias das variáveis, Açúcar total recuperável (ATR) (kg Mg⁻¹ de cana), Grau Brix (°BRIX), Pol (POL%cana) e Fibra (Porcentagem) em 2ª soca na cultura da cana-de-açúcar e a aplicação de N-fertilizante (0, 40, 80, 120 e 160) (nitrato de amônio) (kg ha⁻¹), logo após a colheita do corte anterior e no meio de safra, respectivamente (safra 2018/19). Medias de 20 observações.

Variável	N-fertilizante (kg ha ⁻¹)				
	0	40	80	120	160
ATR	154,4	152,3	155,5	153,6	156,2
°Brix	20,1	20,4	20,7	20,3	20,8
Pol	15,6	15,3	15,7	15,5	15,3
Fibra	10,5	10,8	10,6	10,4	10,4

Foi observada a média de 154,4 kg de açúcares totais recuperáveis por tonelada de cana (ATR) com o uso de N-fertilizante em diferentes doses, para a variável °Brix foi observado a média de 20, para a variável Pol%cana observou-se a média de 15% e em relação a variável %Fibra, observou-se a média de 10 para o uso de N-fertilizante.

Ramos, 2013 testando 3 doses de cama de frango e 3 doses de composto organomineral não observou diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis tecnológicas tanto em cana planta quanto em cana soca. A qualidade tecnológica dos colmos avaliados neste presente trabalho estavam superiores aos exigidos para a colheita, porém não houve resposta

significativa aos tratamentos que receberam N-fertilizante e/ou Cama de frango, resultados esses confirmados por Azeredo et al. (1986), Orlando Filho et al. (1994), Korndörfer et al. (1997) e Trivelin et al. (2002), significando que a adubação nitrogenada pode não afetar a qualidade tecnológica dos colmos.

4.7 Considerações Finais

Pode-se observar a maioria das variáveis analisadas, exceto as variáveis que quantificaram a qualidade da matéria-prima, utilizando os tratamentos estudados no presente trabalho de forma individual ou associada, respondeu positivamente conforme aumentava as doses dos adubos. Como dito nos textos anteriores, a IAC91-1099 é uma variedade bastante exigente em nutrição, por isso, o aumento crescente das doses dos adubos foi favorável também ao aumento das características que promovem o ganho em produtividade.

As variáveis que correspondem diretamente à produtividade, Toneladas de colmos por hectare (TCH) e toneladas de açúcar por hectare (TAH), estudadas neste presente trabalho, podem ser consideradas as mais importantes, pois são elas que definem o ganho ou perda quando se utilizamos os tratamentos propostos. Analisando com esta ótica, observa-se que quando utilizadas doses baixas de cama de frango, os efeitos do uso de doses crescentes de N-fertilizante não foram interessantes, pois como a área experimental foi instalada em um Latossolo (solos intemperizados, antigos, pobres em material orgânico) existe a demanda alta por M.O., este efeito pode ser caracterizado na figura 35. Conforme aumentada a disponibilidade do N-fertilizante ocorre a mineralização muito lenta do N na presença de baixas concentrações de M.O. (cama de frango) na outra figura inicialmente ocorre a imobilização do N na ausência de M.O. (cama de frango) porém conforme aumentou a dose de N, ocorre mineralização.

Quando utilizadas doses altas de cama de frango, doses essas que são recomendadas e utilizadas mais comumente como as de 4 e 8 Mg ha⁻¹, observaram efeitos positivos com o uso de doses crescentes do N-fertilizante. No presente trabalho esta condição pode estar relacionada com a baixa disponibilidade da M.O.S. dos Latossolos de modo geral.

De modo geral, as variáveis determinadoras de produtividade (TCH e TAH) são fortemente influenciadas tanto pela disponibilidade de M.O.S quanto pela disponibilidade de

N-fertilizante inorgânico no solo, como exemplo disso, está evidenciado nas figuras 50 e 51. Com o incremento de altas doses de cama de frango houve também a necessidade de aumentar as doses de N-fertilizante, mais uma vez relacionada a imobilização do N no solo e a competição entre plantas e microrganismos por compostos orgânicos.

5. CONCLUSÕES

A interação entre N-fertilizante e cama de frango influencia de forma positiva o desenvolvimento e produção da cana-de-açúcar.

Analisando o efeito isolado do Nitrato de Amônio, observou-se melhor resposta com a dose de 160 kg ha^{-1} .

Na análise do uso isolado da cama de frango, observou-se melhor resposta com a dose de 2 Mg ha^{-1} .

Na interação entre N-fertilizante e cama de frango a melhor combinação foi de 80 kg ha^{-1} e 8 Mg ha^{-1} , respectivamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anfavea, 2019** - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira. 2018. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br>. Acesso em: 01 de jun. 2019.
- Anda, 2018**. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Estatísticas – Indicadores. Disponível em: <http://www.anda.org.br>. Acesso em: 04/05/2019.
- ABPA, 2017** – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**: produção brasileira de carnes de aves series históricas. São Paulo, 2017.
- Angelo, J.C., E. Gonzales, N. Kondo, N.H. Anzai & M.M, 1997**. Cabral. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 26, n. 1, p. 121- 130.
- Atkinson, 1996**. Biodegradability and microbial activities during composting of poultry litter. Poultry Science, v.75, n.5, p.608-617, 1996.
- Azeredo, D.F., J. Bolsanello, H. Weber, J.R. Vieira, 1986**. Nitrogênio em cana-planta – doses e fracionamento. STAB, v.6, p.26-33, 1986.
- Barreto, P.A.B., E.F. da Gama-Rodrigues, A.C. da Gama-Rodrigues, N.F. de Barros & S. Fonseca, 2008**. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em sequência de idades. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, n. 2, p. 611-619.
- Bayer, C. & S.M.V. Fontoura, 2006**. Dinâmica do nitrogênio no solo, pré- culturas e o manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho em plantio direto. In: Fontoura S.M.V. & Bayer C. editores. Manejo e fertilidade de solos em plantio direto. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária.
- CIB, 2019** – Conselho de Informações sobre Biotecnologias. Guia da cana-deaçúcar: avanço científico beneficia o país. 2009. Disponível em: <https://cib.org.br>. Acesso em: 01 de jun. 2019.
- CONAB, 2018**. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. V.4 – SAFRA 2017/18 – N.1 – Primeiro Levantamento/Abril 2018.
- Castro, S.G.Q. 2016**. Manejo da adubação nitrogenada em cana-de-açúcar e diagnose por meio de sensores de dossel. Tese de Doutorado, UNICAMP, 44p.
- Cardoso, T.F., O. Cavalett, M.F. Chagas, E.R. Morais, E.L.N. Carvalho, H.C.J. Franco, F.V. Scarpate, O.A. Braunbeck, L.A.B. Cortez, A. Bonomi**. Technical and economic assessment of trash recovery in the sugarcane bioenergy production system. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 70, p. 353 – 360, 2013.
- Cerri, C.E.P. M.V. Galdos, J.L.N Carvalho, B.J. Feigl, C.C. Cerri**. Quantifying soil carbono stocks and greenhouse gas fluxes in the sugarcane agrosystem: point of view. Scientia Agricola. Piracicaba, v. 70, p. 361 – 368, 2013.

- Collier, L.S., D.D.C. Maranhão & E.M. Arruda, 2016.** Manejo da matéria orgânica do solo na região de Cerrado. Publicado no livro: Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no cerrado. p.193. cap. 6.
- Carneiro, W.J.O.,; C.A. Silva, J.A. Muniz & T.A. Savian, 2013.** Mineralização de nitrogênio em latossolos adubados com resíduos orgânicos. R. Bras. Ci. Solo, 37:715-725, 2013.
- Damin, V. & M.A.S Silva, 2016.** Manejo do nitrogênio na região do cerrado. Publicado no livro: Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no cerrado. p. 226, cap.7.
- EPE, 2019** - Empresa de Pesquisa Energética. Plano decenal de expansão de energia 2027. p.28, 2019.
- Espitonelo, A., H. Cantadella, T. Ighe, E.J. Nelli, J.T. Coleti, V. Bovi, M.T.B. Ramos, 1987.** Aplicação de aquamônia, ureia, nitrato de amônia e cloreto de potássio em cinco níveis em três socas de cana-de-açúcar. STAB, Piracicaba, 12p.
- Esperancini, M.S.T., P.F.N. Afonso, G.J.C. Gava & R.L. Villas Boas, 2015.** Dose ótima econômica de nitrogênio em cana-de-açúcar aplicada via fertirrigação por gotejamento. Irriga, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 28-39.
- Ferreira, D.A., H.C.J. Franco, R. Otto, A.C. Vitti, C. Fortes, C.E. Faroni, A.L. Garside, P.C.O. Trivelin, 2015.** Contribuitin of N from green harvest residues for sugarcane nutrition in Brazil. Global Change Biology Bioenergy. 2015. Doi: 10.1111/gcbb.12292.
- Franco, H.C.J., M.T.B. Pimenta, J.L.N. Carvalho, P.S.G. Magalhães, C.E.V. Rossel, O.A. Baunbeck, O.T. Kolln, J. Rossi Neto, 2013.** Assessment of sugarcane trsh for agronomic and energy purposes in Brazil. Scientia Agricola, v.70, n.5, p.305-312, 2013.
- Farrell, M., P.W. Hill, J. Farrar, R.D. Bardgett & D.L. Jones, 2011.** Seasonal variation in soluble soil carbon and nitrogen across a grassland productivity gradient. Soil Biology & Biochemistry, 43: 835–844
- Franco, H.C.J., R. Otto, C.E. Faroni, A.C. Vitti, E.C.A. Oliveira & P.C.O. Trivelin, 2011.** Nitrogen in sugarcane derived from fertilizer under Brazilian field conditions. Field Crops Research, Amsterdam, v. 121, p. 29-41.
- Figueiredo, P., 2010.** Breve história da cana-de-açúcar e do papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. Cana de açúcar. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, p. 31-57, 2010.
- Guimarães, G., R.P. Lana, R.S. Rei, C.M. Veloso, M.R.M. Sousa, R.C. Rodrigues & S.A. CAMPOS, 2016.** Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.17, n.4, p.617-625 out./dez.
- Garcia, G., A.A. Cardoso & O.A.M. Santos, 2013.** Da escassez ao estresse do planeta: Um século de mudanças no ciclo do nitrogênio. Quim. Nova, Vol. 36, No. 9, 1468-1476, 2013.
- Ghiberto, P.J., P.L. Libardi, A.S. Brito & P.C.O. Trivelin, 2011.** Nitrogênio lixiviado num latossolo cultivado com cana-de-açúcar. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) vol.68 no.1 Piracicaba Jan./Feb.

- Ghaly, A.E. & V.V. Ramakrishnan, 1995.** Nitrogen sources and cycling in the ecosystems. In: Srivastava, H.S.; Singh, R.P. (Eds.). Nitrogen nutrition in higher plants. New Delhi: Associated Publishing, 1995. P.337 – 365.
- Huang, H.B., S. Long, V. Singh.** Techno-economic analysis of biodiesel and etanol co-production from lipid-producing sugarcane. *Biofuels Bioproducts & Biorefining*, Hoboken, v. 10, p. 299-315, 2016.
- Iac, 2012.** Instituto Agronômico de Campinas. Catálogo de variedades IAC. 2012. Disponível em: <http://socicana.com.br>. Acesso em: 01 de jun. 2019.
- Kolberg, R.L., D.G. Westfall & G.A. Peterson, 1999.** Influence of Cropping Intensity and Nitrogen Fertilizer Rates on In Situ Nitrogen Mineralization. *Soil Science Society of America Journal*, v. 63, p. 129–134.
- Korndörfer, G.H.; M.R. Valle, M. Martins & P.C.O. Trivelin, 1997.** Aproveitamento do nitrogênio da uréia pela cana-planta. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 21:23-26.
- Lima, P.G., W.R.O. Braga, A.E.B.S. Lourenzani, J.C. Forti, 2016.** Análise da gestão de resíduos sólidos gerados por galinhas poedeiras em uma granja familiar. *Brazilian journal of biosystems engineering* v. 10(4): 403-415.
- Leite, L.F.C., S.R.S. Galvão, M.R. Holanda-Neto, F.S. Araújo & B.F. Iwata, 2010.** Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí R. *Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 12, p. 1273-1280, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010001200004>.
- Lorensini, F., C.A. Ceretta, E. Giroto, J.B. Cerini, C.R. Lourenzi, L. De Conti, M.M. Trindade, G.W. Melo, G. Brunetto, 2012.** Lixiviação e volatilização de nitrogênio em um Argissolo cultivado com videira submetida à adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.7, p.1173-1179, 2012.
- Lavanholi M.G.D.P., 2010.** Qualidade da cana de açúcar como matéria prima para a produção de açúcar e álcool, p.697-722. In: Dinardo-Miranda, L.L.; Vasconcelos, A.C.; Landell, M.G.A. (ed.) *Cana-de-açúcar*. 2 ed. Campinas: IAC.
- Marin, F.R., J.W. Jones, F. Royce, E.D. Assad, G.Q. Pellegrino & F. Justino, 2012.** Climate change impacts on sugarcane attainable yields in Southern Brazil. *Climatic Change*, v.1, p.101-110.
- Malhi, S.S., C.A. Grant, A.M. Johnston, K.S. Gill, 2001.** Nitrogen fertilization management for no-till cereal production in the Canadian Great Plains: a review. *Soil & Tillage Research*, v.60, p.101-122.
- Megda, M.X.V.; P.C.O. Trivelin, H.C.J. Franco, R. Otto & A.C Vitti, 2012.** Eficiência agrônômica de adubos nitrogenados em soqueira de cana-de-açúcar colhida sem queima. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.47, n.12, p.1681-1690, dez. 2012.
- Mota L.R., L. Sangoi, E.D. Schenatto, W. Giordani, M.C. Boniatti & L. Dall'Igna, 2015.** Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e eficiência de nitrogênio pelo milho. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 39: 512-522.

- Mariano, E., P.C.O. Trivelin, M.X. Vieira, J.M. Leite, R. Otto, H.C.J. Franco 2012.** Ammonia losses estimated by an open collector from area applied to sugarcane straw. *Revista Brasileira de Ciência do solo*. v.36, p.411-419, 2012.
- Mendonça, H.V., J.P.H.B. Ometto, W.S.D. Rocha, C.E. Martins, M.H. Otenio & C.A.V. Borges, 2016.** Crescimento de cana de açúcar sob aplicação de biofertilizante da bovinocultura e ureia. *Rev. Agro. Amb.*, v. 9, n. 4, p. 973-987, out./dez. 2016 - ISSN 1981-9951 - e-ISSN 2176-9168.
- Maia, C.E. & R.B. Cantarutti, 2004.** Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, n.1, p.39-44. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG.
- Nunes, E.N., I.N.A. Montenegro, D. A. M. Nascimento, D. A, Silva & R. Nascimento, 2013.** Análise de crescimento e assimilação de nitrogênio em plantas de milho (*Zea mays* L.). *Revista Verde (Mossoró – RN - Brasil)*, v. 8, n. 4, p. 72 - 76, out – dez , 2013.
- Neves, M. F. & M. A. Conejero, 2010.** Estratégias para a cana no Brasil: um negócio classe mundial. São Paulo: Atlas, 2010. 288p.
- Otto, R., R.L. Mulvaney, S.A. Khan, P.C.O. Trivelin, 2013.** Quantifying soil nitrogen mineralization to improve fertilizer nitrogen management of sugarcane. *Biology and Fertility of Soils*, v. 49, n. 7, p. 893–904, 9 mar.
- Orlando Filho, J., Q.A.C. Carmello, C.A. Pexe, A.M. Gloria, 1994.** Adubação de soqueiras de cana-de-açúcar sob dois tipos de despalha: cana crua x cana queimada. *STAB*, v.1, p.7-11, 1994.
- Penatti, 2013.** Adubação da cana-de-açúcar - 30 anos de experiência. 1. ed. Itu, SP, Brazil: Editora Ottoni, 347p.
- Pinto, F.A., F.L. Santos, F.D. Terra, D.O. Ribeiro, R.R.J. Sousa, E.D. Souza, M.A.C. Carneiro & H.B. Paulino, 2012.** Atributos de solo sob pastejo rotacionado em função da aplicação de cama de peru. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 3, p. 254-262, 2012.
- Prado, R.M. & M.A. Pancelli, 2008.** Respostas de soqueiras de cana-de-açúcar à aplicação de nitrogênio em sistema de colheita sem queima. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.3, p.817-825.
- Ribeiro, D.O., M. R. Carballal, A. J. Silva, T. E. B. Santos, L. L. Ferreira & F. F. Cunha, 2016.** Produtividade de cana-de-açúcar e atributos de solo em função da aplicação de cama de peru. *Rev. Cienc. Agrar.*, v. 59, n. 3, p. 259-264, jul./set.
- Ribeiro, D.O., M.R. Carballal, A.J. Silva, A.J.F. Leal, J.O. Caetano, A.A. Rodrigues, R.G. Vital, R.L.F. Prado, H.D. Silva & M.B. Martins Filho, 2017.** Organic fertilization in soy farming in a tropical region. *Australian journal of basic and applied sciences*, p.18-20, 2017.
- Ribeiro, D.O., M.R. Carballal, A.J. Silva, T.E.B. Santos, L.L. Ferreira & F.F. Cunha, 2016.** Produtividade da cana-de-açúcar e atributos de solo em função da aplicação de cama de peru. *Revista de Ciências Agrárias: amazonian journal of agricultural and environmental sciences*, Belém, v.59, n.3, p.259-264, 2016.

- Ramos, L.A., 2013.** Cama de frango e organomineral na cultura da cana-de-açúcar. Tese de doutorado. UFU, Uberlândia, 17p.
- Resende, A.S., A. Santos, R.P. Xavier, C.H. Coelho, A. Gondim, O.C. Oliveira, B.J.R. Alves, R.M. Boddey & S. Urquiaga, 2006.** Efeito da queima da palhada da cana-de-açúcar e de aplicações de vinhaça e adubo nitrogenado em características tecnológicas da cultura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 30, núm. 6, 2006, pp. 937-941. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, Brasil.
- Sousa, F.B.F., P.A. Silva, S.S. Nascimento, 2017.** Resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada. UNESP/FCAV, Jaboticabal. Disponível em: www.passeidireto.com/arquivo/31666042/nitrogenio-em-cana-de-acucar. Acesso em: 22/06/2017.
- Schultz, 2015.** Resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada: fontes nitrogenadas, formas de aplicação, épocas de aplicação e efeito varietal. Embrapa Agrobiologia, 2015. 52p. (Documentos 298).
- Santos, C.C.; P.A. Bellingieri & J.C. Freitas, 2004.** Efeito da aplicação de compostos orgânicos de cama de frango nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sogro granífero [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Científica, Jaboticabal, SP, v. 32, n. 2, p. 134-140, 2004.
- Souza, D.M.G., E. Lobato & L.N. Mirada, 1993.** Correção do solo e adubação da cultura da soja In: Simpósio sobre cultura da soja nos cerrados, 1, 1992, Uberaba. Anais... Piracicaba: Potafos, 1993. p. 138-158.
- Thorburn, P. J., J. S. Biggs, A. J. Webster, I. M. Biggs, 2011.** An improved way to determine nitrogen fertiliser requirements of sugarcane crops to meet global environmental challenges. Plant and Soil, v. 339, p. 51–67.
- Trivelin, P.C.O., A.C. Vitti, M.W. Oliveira, G.J.C. Gava, G.A. Sarriés, 2002.** Utilização de nitrogênio e produtividade da cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.636-646, 2002.
- UDOP, 2019** – União dos produtores de Bioenergia. A história da Cana-de-açúcar, da antiguidade aos dias atuais. Resumo do texto: Brasil a doce terra de Fúlvio de Barros Pinheiro Machado. Disponível em: <https://www.udop.com.br/>. Acesso: 01 de jun. de 2019.
- Vallis, I. & B. Keating, 1994.** Uptake and loss of fertiliser and soil nitrogen in sugarcane crops. Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists. Anais... 1994.
- Yadav, L.R., R. Kumar, R.S. Verma, 1990.** Effects of nitrogen applied through different carriers on yield and quality of sugarcane. Journal of Agricultural Science, Cambridge, v.114 p 11-17