

Eficiência de fertilizantes nitrogenados em lavouras cafeeiras recém implantadas

Gabrielle de Cássia Alexandre¹, Bruno Manoel Rezende de Melo², Sindynara Ferreira³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Inconfidentes, discente do curso de Engenharia Agrônômica. E-mail: gabrielle.alexandre@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Inconfidentes, técnico-administrativo, fitotecnista. E-mail: bruno.melo@ifsuldeminas.edu.br.

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) - Campus Inconfidentes, docente pesquisadora. E-mail: sindynara.ferreira@ifsuldeminas.edu.br.

Recebido em: 18/04/2024

Aceito em: 19/07/2024

Resumo

Uma lavoura cafeeira vigorosa e produtiva é resultado do adequado manejo nutricional desde sua fase jovem. Altas produtividades demandam maiores investimentos nas lavouras, principalmente em adubação, tornando o manejo nutricional indispensável. Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento do cafeeiro em formação, a acidez do solo e os aspectos econômicos, mediante o uso de diferentes fertilizantes. O experimento foi desenvolvido no sítio Pedra Bela, em Ouro Fino-MG, entre novembro de 2022 e junho de 2023. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, composto por nove tratamentos e quatro repetições, totalizando 36 parcelas. Os tratamentos foram: ureia convencional, ureia convencional via *drench*, nitrato de amônio, sulfato de amônio, ureia + S⁰ + polímeros, ureia + NBPT, ureia formaldeído, organomineral CPMULT e palha de café. Foram avaliadas as variáveis: altura de plantas, diâmetro de caule, número de ramos plagiotrópicos, percentual de desfolha, pH do solo e custos. O tratamento com nitrato de amônio alcançou resultados superiores quanto ao crescimento pH dentro da faixa considerada ideal para o cafeeiro quando comparado aos demais tratamentos. Também foi o fertilizante que resultou no maior número de ramos plagiotrópicos, menor desfolha e com melhor custo benefício. Quanto à acidez do solo, as fontes nitrato de amônio e organomineral promoveram valores dentro do que é considerado ideal para a cultura do café.

Palavras-chave: Acidez. *Coffea arabica* L. Crescimento. Desenvolvimento.

Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e sua cadeia produtiva é responsável por gerar empregos e servir como fonte de receita para vários municípios, tornando-se uma das culturas de maior importância econômica para o país (MAPA, 2023). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a área ocupada pela cafeicultura brasileira é de 2,25 milhões de hectares, sendo 336,6 mil hectares de lavouras em formação (CONAB, 2024).

Grande parte do êxito da cafeicultura nacional se deve ao suprimento de nutrientes adequado para as plantas via adubação, uma vez que a área cafeeira do Brasil está quase na sua totalidade em áreas com solos de baixa fertilidade, sejam eles solos empobrecidos

naturalmente ou simplesmente por mau uso anteriormente (MATIELLO et al., 2020).

O nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido pelo cafeeiro, por ser fundamental para o crescimento vegetativo e estar diretamente ligado a processos bioquímicos da planta (MARTINEZ et al., 2014). Dessa forma, a cafeicultura é uma grande consumidora de fertilizantes nitrogenados. Estima-se que são necessários 6,2 kg de nitrogênio para cada saca de café produzida (MATIELLO et al., 2020).

O nitrogênio tem uma dinâmica muito complexa no solo e só é assimilado na forma de amônio ou nitrato. Além de sua alta mobilidade, fatores como temperatura, pH do solo, disponibilidade de água, quantidade de matéria orgânica e o próprio fertilizante escolhido também contribuem para o agravamento das

perdas do nitrogênio, podendo chegar a 50% (PIRES; FERNANDES; MICHELIN, 2021).

O fertilizante nitrogenado mais utilizado na agricultura brasileira é a ureia, por possuir baixo custo e alta concentração de nitrogênio. Entretanto, há um grande empecilho na utilização desse fertilizante, pois, quando aplicado diretamente no solo com pouca umidade e em condições climáticas adversas, sofre perdas por volatilização de amônia (VILLALBA et al., 2014).

Diversas tecnologias vêm sendo utilizadas a fim de tentar aumentar o aproveitamento do uso de nitrogênio. Os fertilizantes de eficiência aumentada são um exemplo e podem ser classificados em três categorias: fertilizantes estabilizados, fertilizantes de liberação controlada e fertilizantes de liberação lenta (GUELF, 2017). Há ainda os fertilizantes organominerais, que são compostos em parte por material orgânico e outra parte por elementos minerais (CRUZ; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017). Tecnologias de aplicação também podem ser uma alternativa, como a adubação via *drench*, que consiste na aplicação dosada do fertilizante por meio de um jato dirigido.

Chagas et al. (2016) avaliaram as perdas de amônio de fertilizantes nitrogenados convencionais, blends e fertilizantes nitrogenados de liberação controlada no cafeeiro em produção. Os autores verificaram que o nitrato de amônio foi mais eficiente que o fertilizante de liberação controlada. Souza et al. (2018) avaliaram a lixiviação de nitrato e a volatilização de amônia em lavouras cafeeiras em produção sob diferentes fontes de nitrogênio. Após análises, constataram que a fonte estabilizada foi mais eficiente em relação à fonte convencional, pois não resultou em perdas significativas. Melo, Reis e Soares (2022) estudaram a influência do fertilizante de liberação lenta e do fertilizante convencional no desempenho morfológico de mudas de café e observaram que o fertilizante de liberação lenta teve maior eficiência em relação à ureia convencional.

Apesar de várias pesquisas com fontes de nitrogênio na cafeicultura já terem sido publicadas, a maioria foi realizada em lavouras em produção, de modo que ainda são escassos os estudos para lavouras recém implantadas. Em virtude dos processos de perdas desse nutriente na lavoura de café, é de grande importância incluir novas estratégias e tecnologias para melhorar a eficácia na utilização de fertilizantes nitrogenados. Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o crescimento do cafeeiro em formação, a acidez do solo e os aspectos econômicos, mediante o uso de diferentes fertilizantes.

Material e métodos

O experimento foi realizado no sítio Pedra Bela, localizado no município de Ouro Fino, sul de Minas Gerais, no período compreendido entre novembro de 2022 e junho de 2023. A área experimental está situada geograficamente em latitude 22° 16' 06.44" Sul e longitude 46° 18' 51.39" Oeste (GOOGLE EARTH, 2024), a uma altitude de 926 metros, na qual o café é cultivado há mais de 20 anos. A cultivar utilizada foi a Arara (Procafé, Varginha, Brasil) da espécie *Coffea arabica* L.

O plantio foi realizado em janeiro de 2022, com o espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,7 m entre plantas. Para o plantio, o solo foi preparado de maneira convencional. Procedeu-se a abertura de covas com 40 × 40 × 40 cm e realizada calagem e adubação de plantio de acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999): sem incorporação de matéria orgânica e de forma manual. O manejo das plantas daninhas foi realizado com herbicida na linha de plantio e roçada na entrelinha. As adubações de cobertura foram realizadas manualmente com o fertilizante formulado 30-00-00 na dosagem de 10 gramas por planta.

Durante o desenvolvimento do experimento, as adubações foram realizadas com base nas características químicas do solo da área experimental (Tabela 1) e seguindo as recomendações para a cultura do café (MATIELLO et al., 2020) para lavouras com um ano, em que a dose de nitrogênio é fixada em 30 gramas por planta.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), composto por nove tratamentos e quatro repetições, sendo os seguintes tratamentos: (1) ureia convencional; (2) ureia convencional via drench; (3) nitrato de amônio; (4) sulfato de amônio; (5) ureia + S⁰ + polímeros; (6) ureia + NBPT; (7) ureia formaldeído; (8) organomineral CPMULT; e (9) palha de café. As parcelas experimentais foram compostas por oito plantas de uma mesma linha, sendo consideradas úteis para avaliação somente as seis plantas centrais. Os blocos foram dispostos nas linhas de plantio.

As aplicações dos tratamentos foram parceladas de acordo com cada tratamento, sendo realizadas nos dias 7 de dezembro de 2022, 7 de janeiro de 2023, 8 de fevereiro de 2023 e 9 de março de 2023. A ureia convencional e o nitrato de amônio são fertilizantes compostos apenas de nitrogênio; já o sulfato de amônio, ureia + S⁰ + polímeros, ureia + NBPT e ureia formaldeído são compostos de nitrogênio e enxofre; e o organomineral contém diversos

nutrientes (Tabela 2). Assim sendo, foi feito o balanceamento das fórmulas para que, independentemente da quantidade de fertilizante aplicado, todas as plantas recebessem a mesma quantidade de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre.

Com as dosagens preestabelecidas (Tabela 3) e devidamente pesadas, os fertilizantes foram aplicados na projeção da copa das plantas a uma distância de aproximadamente 5 cm do ramo ortotrópico. A aplicação da palha de café na lavoura aconteceu de forma manual, sem incorporação, tomando-se o cuidado de respeitar os 5 cm do colo da planta. A aplicação do tratamento via *drench* foi realizada com pulverizador costal manual, com adaptador para a aplicação de jato dirigido. A ureia convencional foi dissolvida em água e foram aplicados dois jatos de 50 mL em cada planta.

Quanto às avaliações, todas as plantas úteis de cada parcela foram avaliadas no tempo zero, ou seja, antes da aplicação dos fertilizantes, e seis meses após a primeira avaliação, sendo utilizada para a estatística a diferença dos resultados entre T0 e T1. Foi avaliada a altura das plantas desde o solo até a inserção do último par de folhas do ramo ortotrópico com régua graduada em centímetros. A avaliação de diâmetro de coleto foi feita com paquímetro digital a uma altura de 5 cm do solo no sentido da linha e expressa em milímetros.

Tabela 1. Análise química da área experimental. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2024

Data	pH	P ¹	K ¹	Al	Ca ²	Mg ²	H+Al ²	SB	CTC	V
	H ₂ O	mg dm ⁻³			.. cmol _c dm ⁻³ ..					%
03/10/2022	5,84	12,9	62,0	0,00	5,1	1,19	3,15	6,40	9,55	67,02
M.O.	m	Ca/Mg	Mg/K	Zn¹	Fe¹	Mn¹	Cu¹	B	S	P-rem
dag dm ⁻³	%	---- cmol _c dm ⁻³ ---			----- mg dm ⁻³ -----					mg L ⁻¹
3,71	0,00	4,24	7,52	1,6	14,1	14,1	1,2	0,0	-----	41,10

¹Extrator de P, K, Fe, Zn, Mn e Cu: Mehlich 1:10.

²Extrator de Ca, Mg e Al: KCl 1N 1:10.

Fonte: Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes.

Tabela 2. Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5), potássio (K_2O) e enxofre (SO_4^{2+}) em porcentagem (%) de cada fertilizante utilizado. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2024

Fertilizante	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	$S-SO_4^{2-}$ (%)
1. Ureia convencional	46	0	0	0
2. Ureia convencional via drench	46	0	0	0
3. Nitrato de amônio	23	0	0	0
4. Sulfato de amônio	21	0	0	20
5. Ureia + S^0 + polímeros	42	0	0	8
6. Ureia + NBPT	43	0	0	2
7. Ureia formaldeído	36	0	0	4
8. Organomineral CPMULT	14	2	14	0
9. Palha de café*	1,5	0,15	3	0

Fonte: Dos autores (2024).

***Fonte:** Matiello, Jordão Filho e Souza (2020).

Tabela 3. Quantidade total do fertilizante aplicado por tratamento em gramas (Total – g), dosagem em gramas por aplicação por planta (g/apl./pl), número de aplicações em unidade (un) de cada tratamento. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2024

Tratamentos	Total (g)	Dosagem (g/apl./pl)	Nº de aplicações (un)
1. Ureia convencional	65,21	21,73	3
2. Ureia convencional via <i>drench</i>	65,21	21,73	3
3. Nitrato de amônio	130,43	43,47	3
4. Sulfato de amônio	142,85	47,61	3
5. Ureia + S^0 + polímeros	71,42	71,42	1
6. Ureia + NBPT	69,75	23,25	3
7. Ureia formaldeído	83,33	27,77	3
8. Organomineral CPMULT	214,28	54,00	4
9. Palha de café*	847,45	847,5	1

Fonte: Dos autores (2024).

***Fonte:** Matiello, Jordão Filho e Souza (2020).

Foi contabilizado o número de ramos plagiotrópicos no início e ao final do experimento. A avaliação da porcentagem de desfolha foi realizada no primeiro par de ramos plagiotrópicos da base para o topo da planta, contando-se o número de nós e a perda das folhas, sendo transformado em porcentagem.

Foram realizadas avaliações mensais para verificar a incidência de ferrugem, cercosporiose e bicho-mineiro. Por meio de método não destrutivo, foi avaliado o terceiro par de folhas de um ramo plagiotrópico aleatoriamente escolhido no terço médio de todas as plantas

úteis de cada parcela (SANTOS et al., 2008). A porcentagem de ocorrência foi definida pela relação entre o total de folhas atacadas e o total de folhas amostradas.

Para determinar o pH, foi realizada a coleta de duas amostras de solo abaixo da projeção da copa das plantas, uma na porção superior e outra na porção inferior de cada parcela, a uma profundidade de 20 cm (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Os custos foram calculados levando-se em conta o preço de aquisição e a porcentagem

de perda de cada fertilizante de acordo com Carvalho et al. (2021), conforme Equação 1:

Equação (1)

$$(R\$) / \{ \text{quantidade do nutriente (em kg)} \cdot [1 - (\text{porcentagem de perdas} / 100)] \}.$$

Para verificar a influência da precipitação sobre a eficiência dos fertilizantes, foi realizado o monitoramento das chuvas com pluviômetro convencional.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguida do teste de médias de Tukey à significância $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). A análise dos componentes principais foi realizada com a finalidade de identificar as correlações existentes entre as variáveis e os tratamentos por meio do software Genes (CRUZ, 2013).

Resultados e discussão

Não houve diferenças significativas em nenhum dos tratamentos em relação às variáveis altura de plantas e diâmetro de caule (Tabela 4).

Abranches, Soratto e Perdoná (2018), estudando a resposta da cultura do café à aplicação de ureia revestida, verificaram que não houve diferença na altura e no diâmetro das plantas para os tratamentos com ureia convencional e ureia revestida em nenhuma das épocas de avaliação. Valderrama et al. (2011), testando fontes e doses de NPK na cultura do milho, obtiveram resultados semelhantes em que não houve diferença significativa no diâmetro basal do colmo e na altura das plantas tratadas com ureia convencional e com ureia revestida por polímeros.

Sobre o número de ramos plagiotrópicos, melhores resultados foram verificados para os tratamentos com ureia convencional via *drench* e nitrato de amônio, contudo sem diferença para os tratamentos 1, 4, 5, 6, 7 e 8, sendo a palha de café o tratamento com crescimento menos expressivo, diferenciando-se estatisticamente dos tratamentos 2 e 3.

A maior porcentagem de desfolha foi verificada com palha de café (T9), com valor igual a 53,69 %; entretanto, não diferenciou estatisticamente para os tratamentos 1, 5, 6 e 7. As menores desfolhas observadas e com diferença

Tabela 4. Médias para as variáveis de altura (AL) em centímetros (cm), diâmetro de coleto (DC) em milímetros (mm), número de ramos plagiotrópicos em unidade (NRP – un), desfolha (DES) em porcentagem (%) e pH para os diferentes tratamentos. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2024

Tratamentos	AL* (cm)	DC (mm)	NRP (un)	DES (%)	pH
1. Ureia convencional	18,62 a	13,18 a	12,50 ab	47,09 ab	5,27 bc
2. Ureia convencional via <i>drench</i>	23,12 a	15,05 a	13,24 a	42,12 b	5,20 bc
3. Nitrato de amônio	21,71 a	13,71 a	13,59 a	39,53 b	5,65 ab
4. Sulfato de amônio	20,56 a	13,96 a	11,83 b	39,35 b	4,79 c
5. Ureia + S ⁰ + polímeros	23,42 a	13,78 a	11,18 ab	43,67 ab	5,22 bc
6. Ureia + NBPT	21,71 a	14,59 a	12,25 ab	44,46 ab	5,16 bc
7. Ureia formaldeído	19,90 a	13,89 a	10,14 ab	43,70 ab	5,31 bc
8. Organomineral CPMULT	19,03 a	13,70 a	10,55 ab	42,56 b	5,74 ab
9. Palha de café	17,01 a	12,81 a	8,00 b	53,69 a	6,22 a
CV (%) **	19,57	14,53	17,83	10,30	5,39

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

**CV (%): coeficiente de variação em porcentagem.

Fonte: Dos autores (2024).

significativa para a aplicação da palha de café foram os tratamentos 2, 3, 4 e 8 (Tabela 4). Santos et al. (2008), estudando a nutrição do cafeeiro e o progresso da cercosporiose e ferrugem em função da adubação orgânica, constataram que a adubação realizada somente com palha de café favoreceu o aumento das doenças e, conseqüentemente, a maior taxa de desfolha em relação aos outros tratamentos. Essa alta porcentagem de desfolha pode estar relacionada também com uma possível deficiência de nitrogênio, que provavelmente está imobilizado, uma vez que essa deficiência leva à desfolha.

Para a variável pH, os tratamentos com ureia convencional (T1), ureia convencional via *drench* (T2), sulfato de amônio (T4), ureia + S⁰ + polímeros (T5), ureia + NBPT (T6) e ureia formaldeído (T7) foram os que provocaram os maiores valores de acidez no solo (Tabela 4). Essa acidez elevada do solo pode ser prejudicial, uma vez que favorece a disponibilidade de elementos tóxicos para as plantas, como o alumínio, além de afetar a disponibilidade de nutrientes (MARTINS, 2005). Segundo Matiello et al. (2020), a faixa ideal de pH para a cultura do cafeeiro está entre 5,5 e 6,0; dessa forma, somente os tratamentos com nitrato de amônio e o organomineral estão dentro do adequado para a cultura.

Freitas (2017), estudando a eficiência de fertilizantes nitrogenados convencionais, estabilizados, de liberação lenta ou controlada na cultura do cafeeiro, obteve resultados semelhantes aos deste trabalho, em que verificou que os tratamentos com ureia dissolvida em água, ureia + NBPT, ureia + S⁰ + polímeros e ureia formaldeído provocaram redução significativa nos valores de pH.

Os fertilizantes nitrogenados são acidificantes, principalmente os que são compostos por amônio. Dessa forma, o índice de acidez do fertilizante pode ser determinado pela quantidade de carbonato de cálcio necessária para neutralizar a acidez do solo causada pelo

mesmo. De acordo com Batista et al. (2018), o equivalente de carbonato de cálcio para a correção da acidez gerada pelos fertilizantes nitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia é de 600 kg t⁻¹, 1.100 kg t⁻¹ e 840 kg t⁻¹, respectivamente.

O tratamento com palha de café (T9) resultou no maior valor de pH, mesmo que aplicado em superfície (Tabela 4). Paula et al. (2015), ao estudar sobre alterações em atributos de fertilidade do solo e crescimento inicial do cafeeiro com aplicação de palha de café, observaram que o uso da palha de café, incorporada ao solo ou em superfície, aumentou o pH.

Quanto aos custos, conforme demonstrado na Tabela 5, o tratamento com ureia + S⁰ + polímeros (T5) foi o mais rentável quando comparado aos tratamentos com ureia convencional (T1), ureia + NBPT (T6) e ureia formaldeído (T7); considerando que não houve diferença para o crescimento das plantas entre esses tratamentos. O tratamento com ureia convencional via *drench* (T2) também não teve diferenças significativas em relação ao crescimento das plantas; porém, foi o tratamento com o segundo menor custo. Já o tratamento com sulfato de amônio (T4), apesar de ter resultado no menor custo de N por kg, foi o tratamento que provocou a maior acidez do solo.

Sabendo que as aplicações foram realizadas nos dias 7 de dezembro de 2022, 7 de janeiro de 2023, 8 de fevereiro de 2023 e 9 de março de 2023, respectivamente, e analisando a Figura 1, observa-se que, no período após cada aplicação, houve níveis adequados acumulados de chuva, o que pode ter influenciado positivamente na redução das perdas de nitrogênio na forma amoniacal, ocasionando crescimento similar no cafeeiro para esses tratamentos. Primavesi et al. (2003), em seu estudo sobre a eficiência da adubação com ureia em pastagem, identificaram redução nas perdas de amônia principalmente quando houve chuva nos três primeiros dias após a aplicação.

Tabela 5. Porcentagem de nitrogênio (% N), porcentagem de perdas (% perdas), custo do fertilizante em saco de 50 kg (curso sc 50 kg), preço do kg de N sem perdas e preço do kg de N efetivo com perdas, para todos os tratamentos utilizados. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2024

Tratamentos	% N	% perdas*	Custo (sc 50 Kg)	Preço kg de N	
				Sem perdas	Com perdas
1. Ureia convencional	46	22,98	R\$ 280,00	R\$ 6,09	R\$ 7,90
2. Ureia convencional via drench	46	9,87	R\$ 280,00	R\$ 6,09	R\$ 6,75
3. Nitrato de amônio	23	0,18	R\$ 200,00	R\$ 8,69	R\$ 8,71
4. Sulfato de amônio	21	0,23	R\$ 137,00	R\$ 6,52	R\$ 6,54
5. Ureia + S ^o + polímeros	42	4,30	R\$ 300,00	R\$ 7,14	R\$ 7,29
6. Ureia + NBPT	43	12,12	R\$ 335,00	R\$ 7,79	R\$ 9,08
7. Ureia formaldeído	36	0,46	R\$ 458,90	R\$ 12,75	R\$ 12,80

Fonte: Adaptada de Freitas (2017).

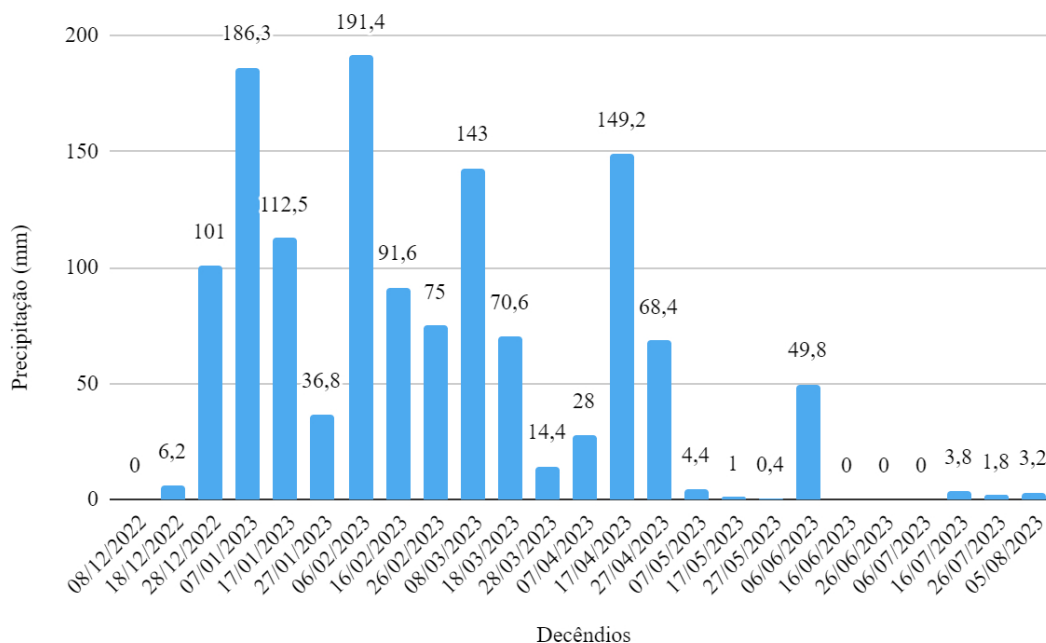
* Freitas, 2017.

Por meio da análise de componentes principais (Figura 2), observa-se associação para 75,36 % de toda a variação do ensaio, em que os melhores índices de diâmetro de coleto e de número de ramos plagiotrópicos estão associados ao tratamento com nitrato de amônio (T3). Esse tratamento foi o mais responsivo, pois a associação dessas variáveis demonstra o equilíbrio, tornando a planta mais resistente às condições adversas e conseqüentemente mais

produtiva. Considerando a fisiologia da planta do cafeeiro, a absorção do nitrogênio ocorre preferencialmente na forma de nitrato NO₃⁻ (PAULA NETO, 2015) e, além disso, as perdas desse fertilizante são mínimas, cerca de apenas 0,18 % (FREITAS, 2017).

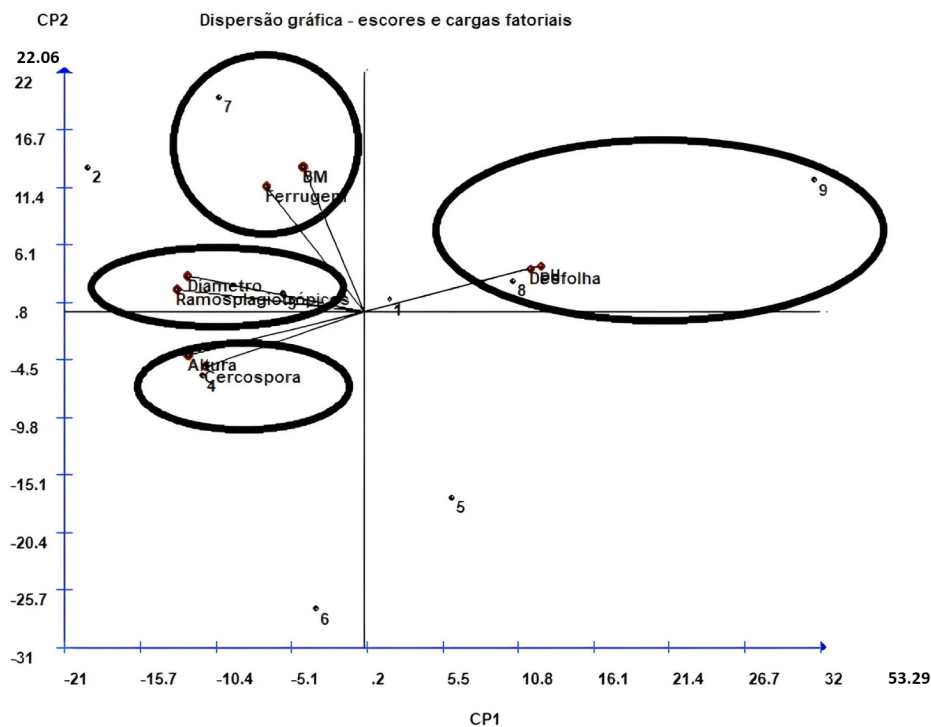
O tratamento 4, sulfato de amônio, ficou agrupado com plantas mais altas e com maior porcentagem de cercosporiose (Figura 2). Em

Figura 1. Valores acumulados de precipitação pluviométrica por decêndio, durante o período de estudo, dezembro/2022 a agosto/2023. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2024.



Fonte: Dos autores (2024)

Figura 2. *Biplot* com a projeção das variáveis nos componentes principais (CP), incluindo a discriminação dos nove tratamentos para as variáveis: altura, diâmetro, número de ramos plagiotrópicos, pH, desfolha, ferrugem, cercospora e bicho mineiro. IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2024



Fonte: Dos autores (2024).

lavouras jovens, plantas muito altas podem significar estiolamento, visto que plantas mais altas e com diâmetro menor são naturalmente menos resistentes às condições ambientais e mais suscetíveis a pragas e doenças, principalmente à cercospora. Além disso, foi o que resultou no menor valor de pH, ou seja, o tratamento que mais acidificou o solo. O grande problema do fertilizante de sulfato de amônio é sua grande capacidade de acidificar o solo, o que pode impactar diretamente em sua qualidade e comprometer o sistema radicular das plantas (MELÉM JÚNIOR et al., 2001).

Os tratamentos com ureia convencional (T1), ureia convencional via *drench* (T2), ureia + S⁰ + polímeros (T5) e ureia + NBPT (T6) não ficaram agrupados com nenhuma das variáveis, indicando menor grau de associação com essas variáveis. O tratamento 7 não teve resultados estatísticos consideráveis em comparação com os outros tratamentos (Tabela 4), mas, de acordo

com a análise de componentes principais, que é uma estatística de associação (Figura 2), esse tratamento teve relação com a maior ocorrência de doenças, juntamente com o tratamento 4.

Conclusão

O nitrato de amônio foi o fertilizante que resultou no maior número de ramos plagiotrópicos, menor desfolha e melhor custo benefício. Quanto à acidez do solo, as fontes nitrato de amônio e organomineral promoveram valores dentro do que é considerado ideal para a cultura do café.

Referências

ABRANCHES, J. L.; SORATTO, R. P.; PERDONÁ, M. J. Ureia revestida e o crescimento do cafeeiro arábica. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 14, p. 100-108, 2018. DOI: 10.17271/19800827143201819448, 2018.

BATISTA, M.A.; INOUE, T.T.; ESPER NETO, M.; MUNIZ, A.S. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 2018. p. 113-162. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0006>.

CARVALHO, G. R.; FERREIRA, A. D.; ANDRADE, V. T.; BOTELHO, C. E.; CARVALHO, J. P. F. (ed.). **Cafeicultura do cerrado**. 22. ed. Belo Horizonte: Epamig, 2021. 564 p.

CHAGAS, W. F. T.; GUELF, D. R.; CAPUTO, A. L. C.; SOUZA, T. L. de; ANDRADE, A. B.; FAQUIN, V. Ammonia volatilization from blends with stabilized and controlled-released urea in the coffee system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 5, p. 497-509, 2016. DOI: 10.1590/1413-70542016405008916.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Clima mais favorável e bialidade positiva apontam produção estimada em 58,08 milhões de sacas de café**. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5362-clima-mais-favoravel-e-bialidade-positiva-apontam-producao-estimada-em-58-08-milhoes-de-sacas-de-cafe>. Acesso em: 04 abr. 2024.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos S.; FIGUEIREDO, V. S. de. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **Indústria química / BNDES Setorial**, n. 45, p. 137-187, 2017. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11814/1/BS%2045%20Fertilizantes%20organominerais%20de%20res%20adduos%20%5b...%5d_P_BD.pdf. Acesso em: 27 fev. 2024.

CRUZ, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, 271-276, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, T. **Fertilizantes nitrogenados convencionais, estabilizados, de liberação lenta ou controlada na cultura do cafeeiro: eficiência e custos**. 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/13309/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Fertilizantes%20nitrogenados%20convencionais%2C%20estabilizados%2C%20de%20libera%C3%A7%C3%A3o%20lenta%20ou%20controlada%20na%20cultura%20do%20cafeeiro%20efici%C3%Aancia%20e%20custos.pdf. Acesso em: 27 fev. 2024.

GOOGLE EARTH - **Mapas**. Disponível em: <http://earth.google.com/web/>. Acesso em: 03 abr. 2024.

GUELF, D. Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada. International Plant Nutrition Institute - INPI. **Informações agrônomicas nº 157**. Piracicaba: IPNI, 2017. p. 1 - 32. Disponível em: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/90DE38570A7216CB832580FB0066E3B4/\\$FILE/Jornal-157.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/90DE38570A7216CB832580FB0066E3B4/$FILE/Jornal-157.pdf). Acesso em: 27 fev. 2024.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Café no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 21 fev. 2024.

MARTINEZ, H. E. P.; CLEMENTE, J. M.; LACERDA, J. S. de; NEVES, Y. P.; PEDROSA, A. W. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, v. 61, suplemento, p. 838-848, 2014. DOI: 10.1590/0034-737x201461000009.

MARTINS, C. E. Práticas agrícolas relacionadas à calagem do solo. **Comunicado Técnico nº 47**. Juiz de Fora: Embrapa, 2005. 6 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/65417/1/COT-47-Praticas-agricolas-relacionadas.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA S. R de. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. Varginha (MG): Fundação PROCAFÉ, 2020. 716 p. ISBN 978-85-6687-97-8.

MATIELLO, J. B.; JORDÃO FILHO, M.; SOUZA, T. de. Não queime a palha de café, mas se queimar aproveite as cinzas na lavoura. **Folha Técnica nº 539**. Varginha: Fundação Procafé, 2020, 2 p. Disponível em: <https://www.fundacaoprocafe.com.br/post/n%C3%A3o-queime-a-palha-de-caf%C3%A9-mas-se-queimar-aproveite-as-cinzas-na-lavoura>. Acesso em: 27 mar. 2024.

MELÉM JÚNIOR, N. J.; MAZZA, J. A.; DIAS, C. T. S.; BRISKE, E. G. Efeito de fertilizantes nitrogenados na acidificação de um Argissolo Vermelho Amarelo latossólico distrófico cultivado com milho. **Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 75 - 89, 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/124767/1/CPAF-AP-2001-Efeito-de-fertilizantes-nitrogenados.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

MELO, A. dos S.; REIS, I. R. dos; SOARES, D. de A. Influência do adubo de liberação lenta em relação ao convencional no desempenho morfológico de mudas de café. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2022. Disponível em: <https://periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia/article/view/545>. Acesso em: 05 fev. 2024.

PAULA, D. W. de; MANTOVANI, J. R.; REIS, R. A. dos; MOREIRA, J. L. A.; AUGUSTO, H.

S.; MARQUES, D. J. Alterações em atributos de fertilidade do solo e crescimento inicial do cafeeiro com aplicação de palha do café. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 35., 2015, Natal. **Anais...** Natal: SBCS, 2015. p. 1-4. Disponível em: https://www.eventossilos.org.br/cbcs2015/anais/index_int5e4e.html. Acesso em: 04 fev. 2024.

PAULA NETO, A. P.; FAVARIN, J. L.; DOS REIS, A. R.; TEZOTTO, T.; DE ALMEIDA, R. E. M.; LAVRES JUNIOR, J.; GALLO, L. A. Nitrogen metabolism in coffee plants in response to nitrogen supply by fertigation. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 27, p. 41-50, 2015. DOI 10.1007/s40626-014-0030-2

PIRES, H. D.; FERNANDES, L. M.; MICHELIN, L. H. F. Avaliação da eficiência de adubação nitrogenada na cultura de milho utilizando fertilizantes com inibidores: uma revisão. In: RIBEIRO, J. C. (org.). **A Face transdisciplinar das ciências agrárias 2**. Ponta Grossa: Atena, 2021. p. 106-120.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. de A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. da. Adubação com ureia em pastagem de *Brachiaria brizantha* sob manejo rotacionado: eficiência e perdas. **Comunicado Técnico nº 41**. São Carlos: Embrapa, 2003. 6 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/46697>. Acesso em: 23 fev. 2024.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SANTOS, F. da S.; SOUZA, P. E. de; POZZA, E. A.; MIRANDA, J. C.; CARVALHO, E. A.; FERNANDES, L. H. M.; POZZA, A. A. A. Adubação orgânica, nutrição e progresso de cercosporiose e ferrugem-do-cafeeiro. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 7, p. 783-791, 2008. DOI: 10.1590/s0100-204x2008000700001.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SOUZA, J. A.; ROCHA, G. C.; GOMES, M. de P.; REZENDE, C. H. S. Nitrogen dynamics in a Latosol cultivated with coffee. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 390-395, 2018.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/8390>. Acesso em: 15 fev. 2024.

VILLALBA, H. A. G.; LEITE, J. M.; OTTO, R.; TRIVELIN, P. C. O. Fertilizantes nitrogenados: novas tecnologias. **Informações Agronômicas nº 148**. 2014. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/8A8C436B98265A2983257DB6006A962D/\\$FILE/Page12-20-148.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/8A8C436B98265A2983257DB6006A962D/$FILE/Page12-20-148.pdf). Acesso em: 03 abr. 2024.