



RICARDO STEPHANO FILHO

**DIFERENTES FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO PARA O
CRESCIMENTO VEGETATIVO DO CAFEIEIRO**

LAVRAS - MG

2019

RICARDO STEPHANO FILHO

**DIFERENTES FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO PARA O CRESCIMENTO
VEGETATIVO DO CAFEIEIRO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa
Orientadora

**LAVRAS – MG
2019**

RICARDO STEPHANO FILHO

**DIFERENTES FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO PARA O CRESCIMENTO
VEGETATIVO DO CAFEIEIRO**

**DIFFERENT NITROGEN SOURCES AND DOSES FOR THE VEGETATIVE
GROWTH OF COFFEE TREES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 21 de novembro de 2019

Dra. Stefânia Vilas Boas Coelho UFLA

Msc. Leandro Vilela Reis UFLA

Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa
Orientadora

**LAVRAS - MG
2019**

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente por toda saúde e forças que ele me proporcionou para seguir este caminho e acima de tudo nunca desistir dos meus sonhos.

Aos meus pais Ricardo Stephano e Cristina Mangili de Stephano por toda confiança, apoio nos momentos difíceis e bons, todo incentivo a querer ser uma pessoa melhor e exemplo de vida. Meus irmãos Roberto Guilherme de Stephano Neto e Maria Aimê de Stephano, que sempre me apoiaram em minhas escolhas e estiveram ao meu lado.

A todos meus familiares que estiveram me apoiando em minha jornada, em especial aos meus avós Benedito Mangili, Adélia Mota, Roberto Stephano e Iraci Done, os quais são meus exemplos de vida, e por todo apoio que eles me deram.

Aos meus padrinhos José Mario e Marta, os quais sempre estiveram comigo em todos os momentos e acreditaram no meu potencial de ser uma pessoa boa e conseguir alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos da Republica Pé de Cana, os quais foram fundamentais no meu crescimento na faculdade e na vida, sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos e acreditaram na minha personalidade. E a todas outras republicas que tive o prazer de criar grandes amigos, em especial as republicas Baviera, Terra Roxa, Fim de Mundo, Ranxera, Cistema Hantigo, Menina Veneno e Saia Justa.

Aos meus amigos Luis Siqueira e Tatiana Vilela, amigos que levarei para sempre e que sempre estiveram caminhando junto comigo nos 4 anos que estive em Lavras, foram momentos inesquecíveis.

A todos do setor de sementes, amigos que criei e sempre pude estar acompanhando durante meus dias de trabalho.

A minha orientadora Sttela Delyzette Veiga Franco da Rosa, as minhas coorientadoras em todos os projetos que realizei Stefania Vilas Boas, Madeleine Alves Figueiredo, Cristiane Pereira e ao meu grande irmão e amigo Leandro Vilela Reis, pessoas que sempre me ajudaram em dificuldades e me incentivaram a ser uma pessoa melhor.

Aos amigos Felipe Santinato e Roberto Santinato, por terem se disponibilizado a me ajudar com a realização de estágios e o experimento que originou este trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

O café é uma das principais “comodities” existentes no mundo, sendo uma das bebidas mais consumidas pela população brasileira. Tem grande importância no cenário econômico mundial e brasileiro, sendo uma das principais culturas que gera altos rendimentos. Dentre os nutrientes exigidos pela cultura do café, o nitrogênio tem papel de destaque, sendo este de extrema importância para o desenvolvimento da cultura. Neste presente trabalho o objetivo foi estudar diferentes fontes e doses de nitrogênio, avaliando o desenvolvimento vegetativo do cafeeiro. A lavoura de café utilizada, da cultivar de *Coffea arábica* L. Catuaí Vermelho IAC 144, possui 3 anos de idade (36 meses), indo para a segunda safra produtiva (42 meses). A irrigação das plantas foi via gotejamento. Foram utilizadas duas fontes de adubação (Ureia e a Ureia Formaldeído), em cinco dosagens diferentes (0, 120, 240, 360 e 480 kg/ha), aplicadas à 20 cm do tronco. As adubações foram parceladas em quatro vezes, sendo realizadas a cada 30 dias, iniciadas em novembro de 2018 e terminadas em fevereiro de 2019. As avaliações biométricas: número de nós e número de ramos, foram realizadas em dois momentos, março de 2019 (verão) e junho de 2019 (inverno). Concluiu-se que a adubação nitrogenada no cafeeiro é de extrema importância para o desenvolvimento da cultura, representado pelo desenvolvimento do número de ramos e nós. A dose em torno de 300 kg.ha⁻¹ foi a que apresentou maiores resultados no desenvolvimento de nós e ramos. A fonte de nitrogênio ureia apresentou melhores resultados quando avaliado o número de nós desenvolvidos até o inverno, quando comparado a ureia formaldeído. A fonte de nitrogênio não alterou o crescimento de ramos no cafeeiro, independentemente da época de avaliação.

Palavras-chave: *Coffea arábica* L. Nutrição mineral. Adubação Nitrogenada. Ureia. Desenvolvimento vegetativo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1 Importância sócio-econômica da cafeicultura no país e no mundo	7
2.2 Adubação nitrogenada no cafeeiro	8
2.3 Fontes de nitrogênio	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Local de realização do experimento	11
3.2 Doses e fontes de nitrogênio	11
3.3 Avaliações biométricas dos ramos plagiotrópicos	12
3.4 Avaliação biométrica do ramo ortotrópico	13
3.5 Delineamento experimental e análise estatística	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

O café é uma das principais “comodities” mundiais, sendo uma das bebidas mais consumidas (VILELA, 2014). Tem grande importância no cenário econômico mundial brasileiro, sendo uma das culturas mais rentáveis do agronegócio. No Brasil as principais espécies cultivadas são os *Coffea canephora* Pierre e o *Coffea arabica* L. Estando a produção de *Coffea arabica* L. concentrada em MG, SP, ES e BA, e a produção de *Coffea canephora* Pierre em ES, BA e RO (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2018).

O Brasil tem grande importância no cenário da cafeicultura mundial, sendo o maior produtor e exportador. Produzindo os melhores cafés especiais, o mercado brasileiro vem crescendo e gerando demanda. No ano de 2018 o país bateu o recorde de produção atingindo cerca de 61,7 milhões de sacas (CONAB, 2018). A partir desse crescimento na produção, cresce também a utilização de fertilizantes e melhoria das formas de manejar as lavouras, visando atingir altas produtividades.

Dentre os nutrientes exigidos pela cultura do café, o nitrogênio é o mais exigido pela cultura. Sua utilização varia de acordo com a expectativa de produção do cafeeiro, podendo variar de 50 a 450 kg.ha⁻¹ de N. Geralmente é aplicado entre os meses de setembro a março, período estes em que ocorre maior volume de chuvas e aumento do fotoperíodo, sendo este elemento mais aproveitado pela cultura (GUERREIRO FILHO et al., 2014; GUIMARÃES et al., 1999). A principal forma de fornecimento de N se dá pela matéria orgânica do solo e a utilização de fontes nitrogenadas, sendo que o N na forma orgânica não está diretamente disponível para as plantas, devendo este estar na forma de NH₄⁺ (amônio) ou NO₃⁻ (nitrato) para que as mesmas consigam absorver este nutriente (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010).

A utilização deste nutriente tem sofrido mudanças nos conceitos dos produtores, por ser um elemento extremamente móvel, podendo acabar se perdendo por lixiviação ou volatilização. A ureia, apesar de sofrer muitas perdas, ainda é a principal fonte utilizada, por possuir uma grande quantidade de N em sua formulação, cerca de 45% (ZAVASHI, 2010). Novas fontes têm sido buscadas para utilização, visando aumentar a eficiência diminuir a perda por lixiviação. Um exemplo é a Ureia Formaldeído, que apesar de ter baixo teor de N em relação a Ureia, é composta por um polímero de longas cadeias polimerizadas, das quais prolongam a liberação do N, aumentando sua eficiência no uso (TRENKEL, 2010).

Diante da importância do N para a cultura do cafeeiro, bem como a correta dosagem utilizada, pela cultura, objetivou-se com este trabalho foi estudar o efeito da aplicação de diferentes fontes e doses de nitrogênio no desenvolvimento vegetativo do cafeeiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância sócio-econômica da cafeicultura no país e no mundo

A cafeicultura é uma das principais atividades econômicas para o país, sendo principal produto comercializado em todo o mundo, depois do petróleo, com vendas globais alcançando cerca de 90 bilhões de dólares, do qual o Brasil se tornou o maior produtor mundial (VILELA, 2014). No ano de 2018, a produção nacional foi de 61,7 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado, sendo 47,5 milhões de *Coffea arabica* L., e 14,2 milhões de *Coffea canephora* Pierre (CONAB, 2018).

A produção de café arábica está concentrada nos estados de Minas Gerais, sendo este o maior produtor, representando cerca de 54% do café arábica do país, seguido por São Paulo, Espírito Santo e Bahia. Esses quatro estados concentram 85% da produção nacional dessa espécie (CONAB, 2018). Os estados do Espírito Santo, Bahia e Rondônia participam com cerca de 95% da produção nacional de *Coffea canephora* Pierre (MAPA, 2017).

O Brasil, o maior produtor mundial desta “commodity”, possui uma área de 2,2 milhões de hectare, correspondendo à 30% do mercado mundial (AMARASINGHE et al., 2015; INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO, 2017). O país gera cerca de 5 milhões de empregos diretos e indiretos, devendo isso a dominância de pequenas propriedades (BLISKA et al., 2011). De 2012 a 2017, as exportações brasileiras do complexo café – verde, solúvel, torrado e moído, totalizaram 200 milhões de sacas, trazendo um montante de US\$ 35 bilhões para o País. Na safra 2018, as exportações bateram Record e atingiram 35,2 milhões de sacas de 60 quilos (CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL - CECAFÉ, 2019).

O café tem grande importância não só no aspecto econômico, mas também devido a sua relevância como componente social, cultural e alimentício. A grande demanda por mão-de-obra torna a cafeicultura fonte de emprego para um grande número de pessoas, o que há torna fundamental em certos locais. O café se encontra presente todos os dias na alimentação brasileira bem como sua participação na história política do Brasil evidencia a importância desta commodity na cultura brasileira (COELHO, 2018). Para alcançar altas produtividades, uma

adubação nitrogenada equilibrada é essencial, uma vez que o N é um elemento essencial para a planta, tanto no período vegetativo quanto o reprodutivo.

Na agricultura, observa-se um crescimento relevante na produtividade das principais culturas em todo o mundo e entre elas, está o café, devido principalmente ao desenvolvimento e uso de novas tecnologias, sendo uns dos principais objetivos, produzir mais na mesma área plantada. O crescimento na produtividade média na cafeicultura brasileira nos últimos anos foi significativo, passando de 8,0 sacas por hectare em 1997 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 2016), para 28,58 sacas por hectare na safra de 2017/2018 (CONAB, 2018).

2.2 Adubação nitrogenada no cafeeiro

A extração de nutrientes do solo pelo cafeeiro é de elevada proporção, principalmente em safras de alta produtividade, do qual necessita a aplicação de corretivos e fertilizantes para suprir a demanda (FARNEZI; SILVA; GUIMARÃES, 2009).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido para cultura do café (MALAVOLTA, 1993; RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVARES, 1999), sendo que a recomendação deste nutriente pode variar de 50 a 450 kg/ha para cafeeiros em produção, variando de acordo com a produtividade esperada da lavoura (GUERREIRO FILHO et al., 2014; GUIMARÃES et al., 1999). Para um melhor aproveitamento dos nutrientes, as adubações geralmente são realizadas de setembro a março, período em que o cafeeiro demanda mais nutrientes para floração, frutificação, enchimento dos grãos e vegetação (RENA; MAESTRI, 1987). Estima-se que para cada saca de 60kg de café produzida há um consumo médio de 6,2 kg nitrogênio, sendo que este valor pode variar em função de fatores edafoclimáticos de cultivo (MATIELLO et al., 2010).

Este nutriente está presente nas principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos, os quais fazem com que este seja o elemento requerido em maiores quantidades pelas culturas (CANTARELLA, 2007). Exerce funções como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucléicos e citocromos. Quando este é aplicado, parte dele é retido pelo sistema radicular e parte aérea, uma fração dele permanece no solo, enquanto outra porção pode ficar imobilizada na serapilheira ou pode se perder do sistema solo-planta. Os mais diversos sistemas agrícolas já mostraram resultados que raramente uma cultura aproveita mais de 60% do nitrogênio aplicado como fertilizante. (REICHARDT et al., 2009).

Os teores foliares de N para o cafeeiro são de 3,0% a 3,5% e em caso de excedente, ocorre um desequilíbrio com o potássio (K), sendo que uma boa relação de N-K seria de 2 a 3:1 (MALAVOLTA, 1992). As plantas de cafeeiro podem vir a vegetar muito e produzir pouco quando se tem um excesso na adubação nitrogenada (GALLO et al., 1999).

A principal forma de fornecimento do nitrogênio se dá pela matéria orgânica (MO) presente no solo e pela adubação de fertilizantes nitrogenados. A maior parte de N no solo é a matéria orgânica, da qual tem uma representação de 95% do nitrogênio total. Todavia, na forma orgânica, ele não é diretamente aproveitado pelas plantas, devendo ser mineralizado para produzir NH_4^+ (amônio) e assim ficando disponível para planta; ou também pode ser posteriormente nitrificado, gerando NO_3^- (nitrato), ambos íons disponíveis para as plantas (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). O processo de mineralização pode também ser afetado por condições de clima e solo (MALAVOLTA, 1986).

O nitrogênio, por ter alta mobilidade, pode apresentar perdas por lixiviação e volatilização, tanto no solo, quanto na planta (LOBO; GRASSI FILHO; BULL, 2012). Alguns manejos são adotados para tentar amenizar essas perdas por lixiviação e volatilização, como por exemplo o parcelamento da adubação, utilização de adubos protegidos e fontes menos suscetíveis a esses intemperes. Desta forma, a eficiência de fertilizantes na cafeicultura pode crescer, quando se faz uso destas técnicas que maximizem a disponibilidade de nutrientes no solo para a planta, com aproveitamento eficiente (DOMINGHETTI et al., 2014).

2.3 Fontes de nitrogênio

A ureia é o fertilizante mais consumido no Brasil, representando cerca de 60 % dos fertilizantes nitrogenados. Estima-se que, em 2016, tenham sido consumidas 5,60 milhões de toneladas do produto, sendo 4,60 Mt importadas e apenas 1,0 Mt produzida no país (INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - IPNI, 2019). A ureia possui cerca de 45 % de N, e devido à alta concentração do nutriente, os produtores tem preferência por seu uso, proporcionando economia com transporte e armazenamento, e maior rendimento na aplicação pelo menor volume aplicado (ZAVASHI, 2010). As perdas por desnitrificação variam entre 2% e 25% em sistemas com solos bem drenados. A perda por volatilização de amônia (NH_3) para a atmosfera é um fator relevante e também o principal responsável pela baixa eficiência da ureia aplicada sobre a superfície do solo (BOUWMEEESTER; VLEK; STUMPE, 1985). Sendo das quais essas perdas podem chegar a 78%, após a aplicação de ureia sobre a

superfície do solo, fazendo com que este mecanismo de perda de N seja bastante estudado (MIYAZAWA et al., 2012).

Oliveira e Balbino (1995), estudando o efeito de fontes e doses de N, observaram que a perda do N ocorre principalmente quando o solo apresenta pH alcalino, baixa capacidade de troca de cátions, baixa capacidade tampão do hidrogênio, alta temperatura e baixa umidade, além de altas doses do elemento, ou pela ação conjunta de dois ou mais destes fatores. Tais perdas ocorrem por meio dos processos de lixiviação do nitrato, volatilização da amônia, desnitrificação e erosão do solo (CIVARDI et al., 2011). Desta forma, observa-se que a volatilização de NH_3 da ureia e outros fertilizantes nitrogenados é influenciado pelas características do solo e pelas condições ambientais. De maneira ampla, um pH mais elevado, temperatura e umidade elevada, aumentam o potencial para volatilização, enquanto que o aumento da profundidade de incorporação do adubo, sistemas de irrigação e práticas conservacionistas como plantio direto, diminuem o potencial de volatilização (JONES et al., 2007). As perdas de N amoniacal e da ureia aplicada na superfície são significativas em solos de clima tropical e subtropical, devido às condições climáticas, tais como altas temperaturas, ventos e alta umidade relativa do ar (OLIVEIRA; TRIVELIN; OLIVEIRA, 2007).

Outro tipo de fonte de N tem sido os fertilizantes de liberação lenta, dos quais são quimicamente modificados, sendo que um dos mais utilizados é a ureia formaldeído (SOUZA et al., 2017). Com 26 % de N, o fertilizante é uma reação entre moléculas de formaldeído (H_2CO), com grandes quantidades de ureia, em condições específicas, gera uma cadeia de ureias metiladas de diferentes tamanhos, e para liberação do N se faz necessário a ação de microrganismos, exposição à umidade e temperatura (AZEEM, et al., 2014). O processo resulta em uma mistura de moléculas de ureia formaldeídos metiladas em formato de longas cadeias poliméricas de diferentes tamanhos (TRENKEL, 2010). Estas longas cadeias moleculares aumentam o tempo para liberação do N, sendo esse processo dependente da ação de microrganismos do solo, que decompõem a cadeia lentamente em pequenas unidades, prontamente, absorvidas pelas plantas (TRENKEL, 2010). Em café, esse fertilizante foi capaz de reduzir mais de 97% das perdas de amônia por volatilização em relação à ureia comum (DOMINGHETTI, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de realização do experimento

O experimento foi instalado na fazenda experimental da empresa Santinato e Santinato Cafés LTDA, situado em São João da Boa Vista, SP. A área experimental está localizada a uma latitude 22°00' S e longitude 46°50' W, em uma altitude de 730 m. Classificação climática Köppen-Geiger é tipo Cfa – subtropical úmido.

A lavoura utilizada possui 3 anos de idade (36 meses), indo para a segunda safra produtiva (42 meses). Foi utilizada a Cultivar de *Coffea arábica* L. Catuaí Vermelho IAC 144, irrigada via gotejamento, porte das plantas em torno de 1,65 m de altura e expectativa média de produtividade de 25 sacas/ha.

3.2 Doses e fontes de nitrogênio

No presente trabalho foi estudado diferentes doses de nitrogênio (0, 120, 240, 360 e 480 kg.ha⁻¹), com duas fontes diferentes (ureia e a ureia formaldeído), sendo a aplicação localizada a 20 cm do caule. As adubações foram parceladas em quatro vezes, sendo realizadas a cada 30 dias, iniciadas em novembro de 2018 e termino em fevereiro de 2019. As avaliações biométricas foram realizadas em dois momentos, março de 2019 (verão) e junho de 2019 (inverno). Os tratamentos estão representados na Tabela 1.

Tabela 1- Esquematização dos tratamentos.

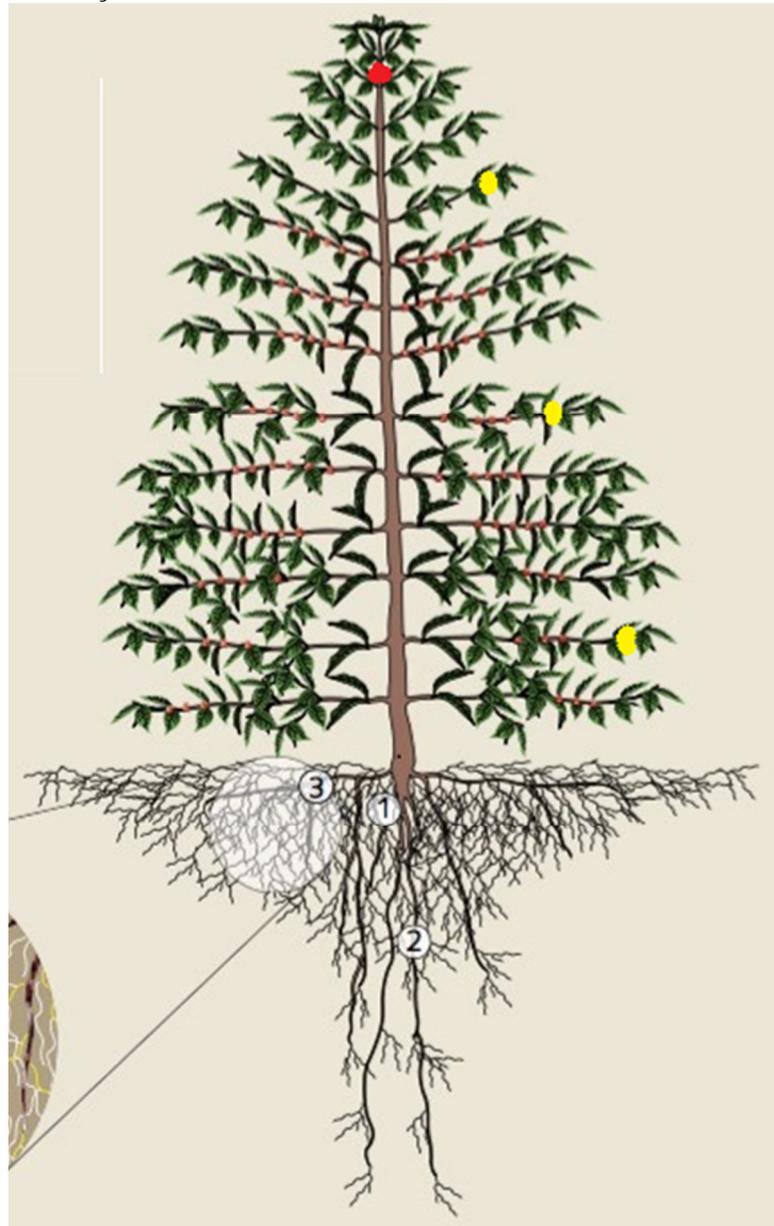
Tratamentos	Doses de Nitrogênio e da fonte por hectare
T1	0 kg.ha ⁻¹ de N
T2	120 kg.ha ⁻¹ de N (266 kg.ha ⁻¹ de ureia)
T3	240 kg.ha ⁻¹ de N (533 kg.ha ⁻¹ de ureia)
T4	360 kg.ha ⁻¹ de N (800 kg.ha ⁻¹ de ureia)
T5	480 kg.ha ⁻¹ de N (1066 kg.ha ⁻¹ de ureia)
T6	0 kg.ha ⁻¹ de N
T7	120 kg.ha ⁻¹ de N (461 kg.ha ⁻¹ de ureia formaldeído)
T8	240 kg.ha ⁻¹ de N (923 kg.ha ⁻¹ de ureia formaldeído)
T9	360 kg.ha ⁻¹ de N (1384 kg.ha ⁻¹ de ureia formaldeído)
T10	480 kg.ha ⁻¹ de N (1846 kg.ha ⁻¹ de ureia formaldeído)

*Aplicação do adubo a 20 cm do ramo ortotropico

3.3 Avaliações biométricas dos ramos plagiotrópicos

Foram realizadas as contagens de número de nós dos ramos plagiotrópicos, tanto no inverno como no verão. Para isso, foi selecionado 1 ramo por planta no terço inferior, médio, superior, e marcado com um fitilho no ultimo nó daquele ramo (FIGURA 1) representado pela cor amarela, de modo a se zerar o crescimento da planta. Para avaliar o crescimento, foram contados os nós que desenvolveram a partir da marcação do fitilho nos ramos plagiotrópicos marcados. A partir dessas medições, conseguiu se obter o número de nós que se desenvolveram.

Figura 1 - Representação da planta de café onde foram realizadas as marcações para posterior avaliação.



3.4 Avaliação biométrica do ramo ortotrópico

Foi realizada a contagem de número de nós do ramo ortotrópico, tanto no inverno como no verão. Para isso amarrado um fitilho no último nó do ramo (FIGURA 1) representado pela cor vermelha, de modo a se zerar o crescimento da planta. Para avaliar o crescimento, foi contado os nós que desenvolveram a partir da marcação do fitilho no ramo ortotrópico marcado. A partir dessas medições, conseguiu se obter o número de nós que se desenvolveram e a partir disso a quantidade de ramos plagiotrópicos.

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas fontes de nitrogênio (Ureia e Ureia Formaldeído), com cinco doses de nitrogênio (0, 120, 240, 360, 480). Foram utilizados 5 blocos para cada tratamento. Em cada parcela foram de 4 plantas, onde as 4 plantas foram avaliadas com ramos marcados, colocados no momento anterior as adubações. Os dados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância (Anava) e teste de média, utilizando o *software* SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011) para comparar as médias em relação as fontes utilizou-se o teste F a 5% de probabilidade e para as diferentes doses foi utilizado o teste de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância, foi possível observar diferenças significativas nas doses e fontes de nitrogênio estudados, separadamente, de acordo com os parâmetros avaliados ($p < 0,05$). Não houve diferença estatística a nível de 5% na interação dose x fonte.

Analisando os dados do número de nós que se desenvolveram no verão, podemos ver que houve uma diferença significativa, do qual o crescimento dos nós se deu pelo aumento da dose de N, sendo que este começou a diminuir a partir de uma certa dose utilizada. Isso pode ser explicado pela Lei de Mitscherlich, do qual observou, que elevando progressivamente as doses do nutriente deficiente no solo, a produção aumentava rapidamente no início. Entretanto, esses aumentos tornavam-se cada vez menores., também conhecida como Lei dos Incrementos Decrescentes, o autor afirma que ao se fazer adições sucessivas e em dosagens iguais de algum nutriente, o maior incremento será obtido com a primeira dose, e nas dosagens posteriores o incremento será cada vez menor (RAIJ,1981).

De acordo com os Figura 2 e 3, que apresenta o número de nós no verão e no inverno, pode-se observar que houve um aumento no número de nós conforme se aumentou a dose de nitrogênio, até certo ponto. A dose que melhor apresentou um desenvolvimento de nós nas duas épocas de avaliação foi a dose de 240 kg.ha-1 de nitrogênio, sendo que a dose máxima, de acordo com a equação, seria de aproximadamente 298 kg.ha-1, gerando cerca de 29 nós no verão. Já no inverno, a dose máxima para o desenvolvimento de nós, segundo a equação gerada, foi de aproximadamente 284 kg.ha-1, gerando cerca de 34 nós.

Figura 2 - Representação do desenvolvimento de número de nós, no verão, em função da dose de nitrogênio aplicado.

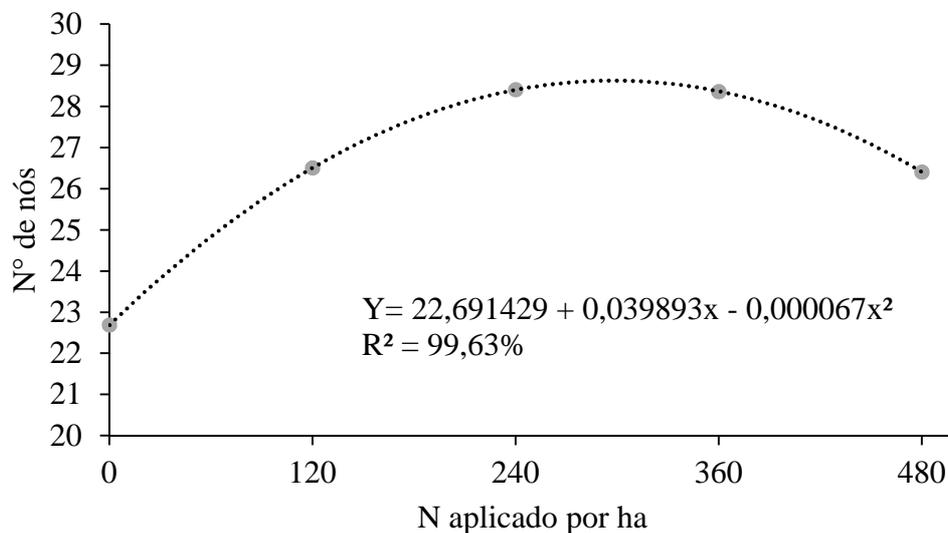
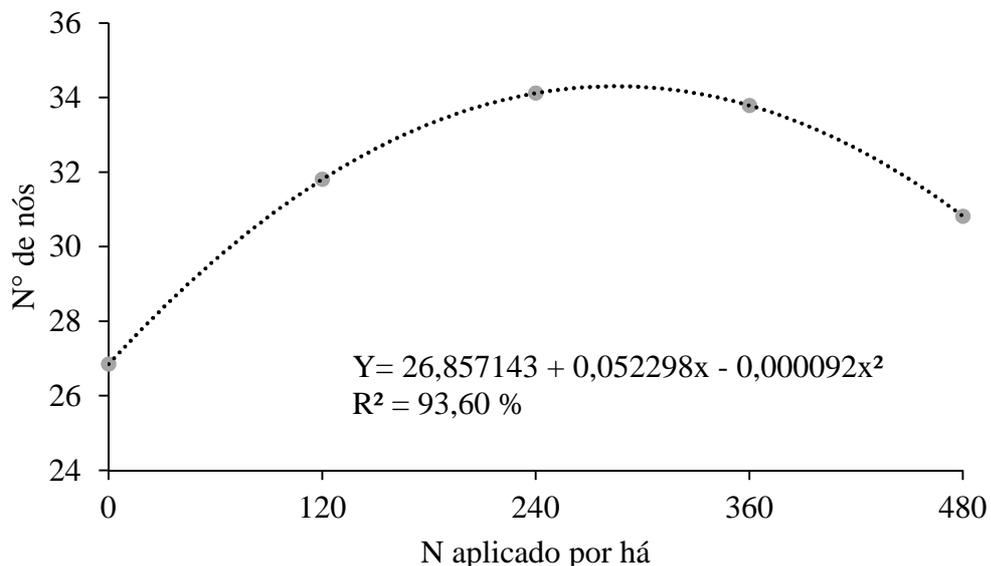


Figura 3 - Representação do desenvolvimento de número de nós, no inverno, em função da dose de nitrogênio aplicado.



Lima et al. (2016), estudando o crescimento e produtividade do cafeeiro irrigado, em função de diferentes fontes de nitrogênio, constatou que houve incrementos no desenvolvimento de nós de 137% a 210%, aplicando a ureia agrícola na dose de 210 kg.ha⁻¹, e a ureia polimerizada e o nitrato de amônio, ambos na dose de 300 kg.ha⁻¹.

Dados obtidos por Parecido (2016), trabalhando com a cultivar Catuaí Vermelho - IAC 99, em solo com alto teor de argila e alto teor de matéria orgânica, mostraram que a aplicação de N em cobertura também proporcionou efeito positivo no número de nós no ramo plagiotrópico, porém com incrementos quadráticos até a dose de 235 kg/ha de N.

Nazareno et al. (2003), em experimento realizado no Cerrado Mineiro, com a cultivar Rubi MG 1192, na fase inicial de crescimento, observaram que as doses de N influenciaram positivamente o número de nós por planta até a dose de 200 kg/ha de N.

Todavia, Vilela (2014), constatou que diferentes cultivares de café com idades distintas, exigem níveis de nutrição diferenciados durante o ano e a cada ano, justificando as diferenças de doses ideais, encontradas entre os trabalhos citados.

Quando comparamos a utilização das duas fontes de nitrogênio em função da avaliação do número de nós no verão, podemos perceber que estes não apresentaram diferenças significativas, como apresentado na Tabela 2. Quando a avaliação é realizada no inverno, houve diferenças significativas entre as fontes de nitrogênio estudadas, e pode-se perceber que a Ureia apresentou um melhor desenvolvimento no número de nós em relação a Ureia Formaldeído, como representados na Tabela 3. Isso pode ter ocorrido devido a melhor absorção da ureia pela planta.

Lima et al. (2016) concluiu que a ureia, ao ser aplicada via fertirrigação, não demonstra ser melhor nos parâmetros vegetativos e produtivos do cafeeiro, em relação à aplicada convencionalmente, mas demonstra ser melhor que a ureia polimerizada aplicada, convencionalmente. O nitrato de amônio aplicado convencionalmente pode ser considerado a melhor fonte de N, quando se analisam todas as variáveis conjuntamente. Em seu estudo, todavia, não houve diferença entre a ureia revestida e a convencional, com exceção do primeiro ano agrícola avaliado, em que a dose de 210 kg ha⁻¹ de N aplicado na forma de ureia revestida mostrou-se inferior aos demais tratamentos, revelando que fatores aleatórios do ambiente, como umidade e temperatura, interferem no revestimento da ureia e na disponibilização do N. Neste estudo, não houve também diferenças estatísticas na interação do fator dose com fonte aplicada.

Tabela 2 - Número de nós, no verão, em função da fonte de nitrogênio.

Tratamentos	Nº de nós
Ureia	27,00 a
Ureia Formaldeído	25,69 a
CV	6,69%

Medias seguidas da mesma letra não se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3 - Número de nós, no inverno, em função da fonte de nitrogênio.

Tratamentos	Nº de nós
Ureia	32,11 a
Ureia Formaldeído	30,84 b
CV	6,94%

Medias seguidas da mesma letra não se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Analisando os dados do número de ramos que se desenvolveram até no verão, podemos ver que houve uma diferença significativa, do qual o crescimento dos ramos se deu pelo aumento da dose de N (FIGURA 4). O mesmo fato aconteceu nos ramos que se desenvolveram até no inverno, onde ocorre um acréscimo grande da dose 0 até 240 kg.ha⁻¹, e depois uma diminuição na quantidade de ramos, sendo que o mesmo pode ser explicado pela lei dos incrementos decrescentes como representado no Figura 5. A partir disso, pode-se observar que a dose que representou um melhor desenvolvimento nas duas épocas de avaliação foi a dose de 240 kg.ha⁻¹ de nitrogênio. A dose com máximo desenvolvimento de ramos no verão, de acordo com a equação, seria aproximadamente 312 kg.ha⁻¹, gerando cerca de 15,5 ramos. Já no inverno, a dose com máxima desenvolvimento de ramos pela equação seria de aproximadamente 306 kg.ha⁻¹, gerando cerca de 20,5 ramos. A partir disso, pode-se estabelecer uma dose ótima para o melhor desenvolvimento do número de ramos.

Sobreira et al. (2011), em seu trabalho testando doses de nitrogênio aplicados por meio de fertirrigação e modo convencional, concluiu que pela fertirrigação, houve incrementos de até 14% na produção de ramos em relação a testemunha.

Prezotti e Guarçoni (2013) relataram que a carência de N promove a diminuição do crescimento da planta e dos ramos. Diante deste fato é interessante destacar o efeito positivo que a adubação nitrogenada promove no crescimento dos ramos plagiotrópicos, e o que estes podem influenciar na produtividade da cultura.

Figura 4 - Representação do desenvolvimento de número de ramos, no verão, em função da dose de nitrogênio aplicado.

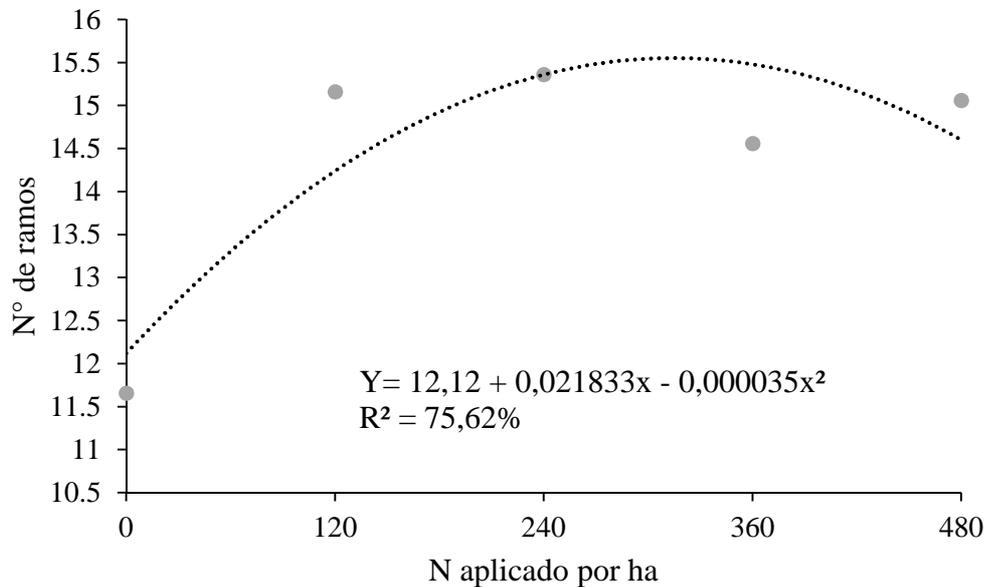
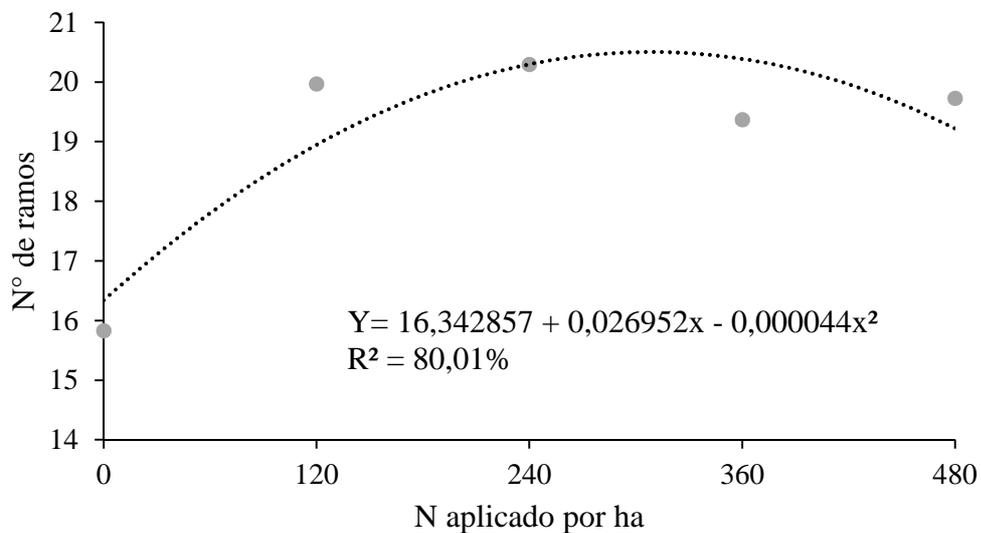


Figura 5 - Representação do desenvolvimento de número de ramos, no inverno, em função da dose de nitrogênio aplicado.



De acordo com Rena e Maestri (1986), em café arábica, as inflorescências são formadas nas axilas das folhas dos ramos plagiotrópicos crescidos no ano anterior e esses nós produzem flores apenas uma vez. Esse fato faz com que o crescimento dos ramos seja uma das características a serem utilizadas para se fazer previsões da safra futura. Assim, quanto maior o crescimento dos ramos plagiotrópicos, maior será o potencial produtivo do ano seguinte, pela presença de maior número de nós e, conseqüentemente, maior número de inflorescências.

Ao compararmos a utilização das duas fontes de nitrogênio no desenvolvimento de ramos, pode-se perceber que estes não apresentaram diferenças significativas em nenhuma das duas épocas avaliadas, ou seja, no verão e no inverno, como apresentado na Tabela 4 e 5.

Tabela 4 - Número de ramos, no verão, em função da fonte de nitrogênio.

Tratamentos	Nº de ramos
Ureia	14,68 a
Ureia Formaldeído	14,04 a
CV	9,10%

Medias seguidas da mesma letra na coluna não se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5 - Número de ramos, no inverno, em função da fonte de nitrogênio.

Tratamentos	Nº de ramos
Ureia	19,40 a
Ureia Formaldeído	18,68 a
CV	8,77%

Medias seguidas da mesma letra na coluna não se diferenciam ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Oliosí et al. (2007) estudando a influência de diferentes fontes de nitrogênio no crescimento dos ramos do cafeeiro, concluíram que as diferentes fontes de adubos nitrogenados não proporcionaram diferenças significativas no crescimento vegetativo destes ramos. De acordo com os autores isso pode ter ocorrido devido a precipitação que ocorreu em todas as vezes em que se efetuou a adubação, reduzindo as perdas por volatilização, aumentando a eficácia de dissolução dos fertilizantes, a penetração dos mesmos no perfil do solo, e consequentemente, aumentando a absorção destes pelas plantas.

5. CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada no cafeeiro é de extrema importância para o desenvolvimento da cultura, representado pelo desenvolvimento do número de ramos e nós.

A dose em torno de 300 kg.ha⁻¹ foi a que apresentou maiores resultados no desenvolvimento de nós e ramos.

A fonte de nitrogênio Ureia apresentou melhores resultados quando avaliado o número de nós desenvolvidos até o inverno, quando comparado a Ureia formaldeído.

A fonte de nitrogênio não alterou o crescimento de ramos no cafeeiro, independentemente da época de avaliação.

REFERÊNCIAS

- AMARASINGHE, U. A. et al. Toward sustainable coffee production in Vietnam: More coffee with less water. **Agricultural Systems**, v.136, p.96-105, 2015.
- AZEEM, B. et al. Review on materials and methods to produce controlled release coated urea fertilizer. **Journal of Controlled Release**, Amsterdam, v. 181, p. 11-21, 2014.
- BLISKA, F. M., et al. Employment generation in Brazilian coffee regions. **Revista de Economia Agrícola**, v.58, n.2, p. 23-39, 2011.
- BOUWMEESTER, R. J. B.; VLEK, P. L. G.; STUMPE, J. M. Effect of environmental factors on ammonia volatilization from an urea-fertilized soil. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 49, p. 376-381, 1985.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.
- CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e enxofre. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Nutrientes: volume 2. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2010. p. 15-65.
- CIVARDI, E. A., et al. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.
- CONSELHO DE EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL – CeCafé. **Exportação em 2018 atinge 35,2 milhões de sacas de café**. CeCafé, 2019. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/publicacoes/cecafe-exportacao-em-2018-atinge-352-milhoes-de-sacas-de-cafe-20190115/>>. Acesso em: 24 set. 2019.
- COELHO, S. V. B. Criopreservação de sementes do gênero *Coffea*: melhoria de protocolo para *Coffea arabica* L. e estudos preliminares para *Coffea canephora* Pierre. 2018. 84 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Safra de café em 2018 é recorde e supera 61 milhões de sacas**. CONAB, 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2626-producao-do-cafe-em-2018-e-recorde-e-supera-61-milhoes-de-sacas>>. Acesso em: 23 set. 2019.
- DOMINGHETTI, A. W. et al. Phosphorus doses and irrigation on nutrition of coffee leaf. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1235-1240, 2014.
- DOMINGHETTI, A. W. **Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e convencionais na cultura do cafeeiro**. 2016. 144 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

- FARNEZI, M. M. M.; SILVA, E. B.; GUIMARÃES, P. T. G. Diagnose nutricional de cafeeiros a região do Alto Jequitinhonha (MG): normas DRIS e faixas críticas de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 969-978, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GALLO, P. B. et al. Resposta de cafezais adensados à adubação NPK. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2, p. 341-351, 1999.
- GUERREIRO FILHO, O. et al. **Café Arábica**. In: AGUIAR, A. T. E. et al. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas: boletim 200**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. p. 90-104.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. **Cafeeiro**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Ed. UFV, 1999. p. 289-302.
- INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE – IPNI. Disponível em: <<http://www.brasil.ipni.net/article/BRS-3132#aparente>>. Acesso em: 10 out. 2019.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO. **Estatísticas do comércio: produção: total production by all exporting countries**. London: ICO, 2017. 1 p. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2019.
- JONES, C. A., et al. **Management of urea fertilizer to minimize volatilization**. Montana State University Extension Service. Bozeman, Montana. 12 p. 2007.
- LIMA, L. C., et al. Crescimento e produtividade do Cafeeiro irrigado, em função de diferentes fontes de nitrogênio. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 97 - 107, 2016.
- LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BULL, L. T. Efeito do nitrogênio e do lodo de esgoto nos fatores produtivos do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 118-124, 2012.
- MALAVOLTA. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A. B. et al. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1986. p. 165-274.
- MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124 p.
- MALAVOLTA. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas e máximas**. São Paulo: Agronômica CERES, 1993. 210 p.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Varginha: MAPA, 2010. 546 p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Informe Estatístico do Café - 2007-2008**. Brasília: Ministério da Agricultura, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/agroestatisticas/cafe/informe-estatistico-do-cafe-2007-2008.xls/view>>. Acesso em: 8 out. 2019.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Café no Brasil**. MAPA, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 24 set. 2019.

MIYAZAWA, M., et al. **Eficiência da Adubação Nitrogenada Com Ureia Revestida Por Polímero na Cultura do Milho**. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2012, Águas de Lindóia. Resumos... ABMRA, p. 1601-1607, 2012.

NAZARENO, R. B., et al. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 903-910, 2003.

OLIOSI, G., et al. **Influência de Diferentes Fontes de Adubos Nitrogenados na Produção de Grãos e nos Crescimento de Ramos de Cafeeiro Conilon**. FERTIBIO, p. 4–7, 2007.

OLIVEIRA, E. F. de; BALBINO, L. C. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio aplicado em cobertura nas culturas de trigo, milho e algodão**. In: OLIVEIRA, E.F. de; BALBINO, L.C. Resultados de pesquisa, v. 1/95. Cascavel: Ocepar, 1995. 33 p.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA W. S. Balanço de nitrogênio (15N) da ureia nos componentes de uma pastagem de capim-marandu sob recuperação em diferentes épocas de calagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p.1982-1989, 2007.

PARECIDO, R. J. **Doses de nitrogênio via solo e aplicação de silício via foliar na cultura do café arábica**. 2016. 63 f. Dissertação (Mestre em Agricultura). Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2016.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, M. A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória-ES. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), 2013. 104 p.

RAIJ, B.V. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto de Potassa & Fosfato: Instituto Internacional de Potassa, 1981. 142p.

REICHARDT, K., et al. Relação entre a adubação nitrogenada e as condições hídricas do solo para um cafezal de Piracicaba, SP. **Coffee Science**, v.4, n1, p. 41–55, 2009.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafós, 1986. p.13-85.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Ecofisiologia do cafeeiro. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia do cafeeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 119-147.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Ed. UFV, 1999. 359 p.

SOBREIRA, F. M., et al. Adubação nitrogenada e potássica de cafeeiro fertirrigado na fase de formação, em plantio adensado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.1, p.9-16, 2011.

SOUZA, T. L. de et al. Ammonia and carbon dioxide emissions by stabilized conventional nitrogen fertilizers and controlled release in corn crop. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 5, p. 494-510, 2017.

TRENKEL, M. E. **Slow and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture**. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010. 167 p.

VILELA, D. J. M. **Crescimento inicial de cultivares de cafeeiro com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio**. 2014. 65f. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG, 2014.

ZAVASHI, E. **Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia formaldeído revestida com polímeros**. 2010. 92 p. Dissertação (Mestrado em Solo e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.