



LUÍS SIQUEIRA RODRIGUES ALVES

**LOCALIZAÇÃO DA APLICAÇÃO E DOSES DE UREIA
FORMALDEIDO NO CRESCIMENTO DO CAFEIEIRO**

LAVRAS - MG

2019

LUÍS SIQUEIRA RODRIGUES ALVES

**DISTÂNCIAS DE APLICAÇÃO E DOSES DE URÉIA FROMALDEÍDO PARA O
DESENVOLVIMENTO DO CAFEIRO**

Monografia apresentada a Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do curso de
Agronomia, para obtenção do curso de bacharel.

Dr. Rubens José Guimarães

Orientador

Dr. Élberis Pereira Botrel

Co-orientador

LAVRAS – MG

2019

LUÍS SIQUEIRA RODRIGUES ALVES

**LOCALIZAÇÃO DA APLICAÇÃO E DOSES DE UREIA FORMALDEÍDO NO
CRESCIMENTO DO CAFEIRO**

**LOCATION OF FORMALDEHYDED UREA APPLICATION AND DOSES IN
COFFEE GROWTH**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 22 de novembro de 2019

Ms. Karina Mendes Bertolino UFLA

Prof. Dr. Rubens José Guimarães

Orientador

Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel

Coorientador

LAVRAS - MG

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado determinação de seguir em frente em todos os momentos, fazendo com que as experiências vividas ao longo dos dias fossem de fundamental importância para o meu crescimento pessoal e profissional.

À minha família, meus pais Renato Nogueira Rodrigues Alves e Maria Isabel Siqueira Rodrigues Alves, pelo apoio, determinação e por transmitirem ensinamentos que me tornaram a pessoa que sou. Meus irmãos: André Siqueira Rodrigues Alves, Renato Nogueira Rodrigues Alves, Ana Siqueira Rodrigues Alves e Tiago Siqueira Rodrigues Alves, pela amizade, companheirismo e por estar sempre ao meu lado apoiando minhas decisões. Aos meus avós José Brasil Aguiar Rodrigues Alves (In memoriam), Maria Rita Rodrigues Alves (In memoriam), Álvaro de Figueiredo Ferraz de Siquera (In memoriam) e Olga Dias Ferraz de Siqueira (In memoriam). Às minhas cunhadas: Patricia Milan Rodrigues Alves, Eveli Maluf Rodrigues Alves e Carolina Cristina Monteiro Rodrigues Alves que sempre me apoiaram e me deram suporte desde que as conheço.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de estudo, e por todo suporte de ensino e aprendizado.

Aos professores Dr. Rubens José Guimarães e ao Dr. Élberis Pereira Botrel pela orientação, amizade e ensinamentos compartilhados.

Ao meu grande amigo Ricardo Stephano Filho, pelo companheirismo, amizade e apoio na condução do experimento realizado.

À minha grande amiga Tatiana Vilela de Souza pessoa, pelo companheirismo, amizade e sempre ter me apoiado em todos os momentos da minha graduação.

Às minhas amigas Giuliana Duarte e Karina Mendes Bertolino pelo suporte durante todo o trabalho.

Aos Integrantes do núcleo de estudos em sistemas de plantio direto (NESP) por toda amizade e conhecimento compartilhado.

A todos os meus professores pelos conhecimentos compartilhados, e por serem peças-chaves fundamentais da minha formação.

Aos Companheiros da turma de agronomia 2015/2, em especial aos amigos Gustavo Queiroz, Gabriel Rebellatto, Gabriel Castillo, Pedro Henrique Rezende, Tatiana Vilela, Ana Luiza Gambogi, Isabela Beton, Pauliana Zito, Caio Correia, Luiza Faleiro, Caio Mota, João Vitor Belo, Giovana das Neves, Álvaro Medina, Gabriel Macedo e Tiago Miranda.

Aos companheiros de moradia Rodrigo Spaggiari, Saulo de Freitas David e Felipe Gabarra Mendonça pela amizade, companheirismo e pelos momentos compartilhados ao longo dos dias.

Aos amigos Fábio Henrique, Pedro Henrique Pacheco, Rafael Fraiz, Evandro Lerne, João Pedro Campos, Rafaela Botelho e Alexandra Nunes.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado!

RESUMO

Entre as principais culturas cultivadas no Brasil, a cafeicultura possui grande importância sócio-econômica, tendo influência direta na balança comercial brasileira, sendo cultivadas duas principais espécies comerciais: *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Entre as práticas de manejo, a adubação nitrogenada acompanhada a outros aspectos agronômicos e ao avanço do melhoramento genético, vem exercendo melhorias ao longo do tempo. Na adubação localizada, faz-se necessário conhecer a distribuição do sistema radicular do cafeeiro, sendo que sua distribuição se dá por uma interação de fatores genéticos e ambientais, podendo citar a textura do solo, estrutura, temperatura, umidade, suprimento de nutrientes, aeração, doenças, entre outros fatores. Nesse contexto, objetivou-se avaliar diferentes doses de ureia formaldeído, aplicadas à 20 e a 80 centímetros do ramo ortótopo do cafeeiro. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições em parcelas de quatro plantas. O primeiro fator foi constituído de cinco doses de nitrogênio: 0, 120, 240, 360 e 480 kg ha⁻¹. O segundo fator foram duas distâncias 20 e 80 centímetros. O trabalho foi conduzido no município de São João da Boa Vista - SP, na fazenda experimental da empresa Santinato e Santinato Cafés LTDA. A adubação foi realizada à mão, parceladas em quatro vezes. Foram realizadas as avaliações como número de ramos plagiotrópicos do ápice, números de nós dos ramos plagiotrópicos, comprimento do segundo e penúltimo internódio dos ramos plagiotrópicos (inferior, médio e superior) e comprimento do segundo e do penúltimo internódio do ápice da planta. Para os caracteres de número de ramos e números de nós houve diferenças significativas apenas para as doses, sendo indiferente a distância de aplicação do fertilizante nitrogenado. O máximo número de ramos plagiotrópicos do ápice foi obtido com a dose de 266 kg ha⁻¹ de nitrogênio e para o número de nós dos ramos plagiotrópicos a dose máxima foi de 247 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Palavras chaves: *Coffea arabica* L., adubação, nitrogênio, ramos, internódio.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 Importância da cafeicultura.....	10
2.2 Adubação nitrogenada no cafeeiro.....	10
2.3 Influência da localização da adubação no cafeeiro.....	13
3. MATERIAS E MÉTODOS.....	14
3.1 Área experimental.....	14
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	14
3.3 Parcela experimental.....	15
3.4 Instalação dos tratamentos.....	15
3.5 Características avaliadas.....	16
3.5.1 Número de nós do ramo plagiotrópico.....	16
3.5.2 Número de ramos do ápice.....	16
3.5.3 Comprimento do segundo internódio do ramo plagiotrópico.....	16
3.5.4 Comprimento do segundo internódio do ápice.....	16
3.5.5 Comprimento do penúltimo internódio do ramo plagiotrópico.....	16
3.5.6 Comprimento do penúltimo internódio do ápice.....	16
3.6 Análises estatísticas.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) tem como centro de origem a região da Etiópia, tendo início sua disseminação no século XV na África, passando pela Europa, América Central, até chegar na Guiana Francesa. No Brasil, seu cultivo teve início no ano de 1727, na região Norte, no estado do Pará. Atualmente, o principal estado produtor, é Minas Gerais, com 54% da produção nacional (CONAB, 2018), sendo duas as espécies mais cultivadas em território nacional: *Coffea arabica* e *Coffea canephora*.

A cafeicultura brasileira, teve um aumento da produtividade média nos últimos 20 anos, tendo um incremento de 20 sacas por hectare. Esse aumento se dá por um melhor manejo de solo e adubação, além de outros aspectos agronômicos mais eficientes, como controle de pragas e doenças, além do uso de genótipos melhorados, devido a avanços voltados ao melhoramento genético.

Na cultura do cafeeiro, o nitrogênio é o nutriente mais exigido, com sua dose podendo chegar até 450 kg/ha. Calcula-se que o consumo médio estimado é de 6,2 kg de N para cada saca de 60 kg de café beneficiado (MATIELO et al., 2010). Seu melhor aproveitamento, tem relação como efeito das doses e parcelamentos (MARTINS, 1981; VIANA, 1950) e sobretudo com a época de aplicação (KÜPPER, 1976).

Dentre suas funções, o nitrogênio participa das principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos, fazendo com que este seja o elemento requerido em maiores quantidades pelas culturas. Esse nutriente, tem uma boa interação com o ambiente, ocorrendo várias reações no solo, podendo causar diversos processos de perdas, como a lixiviação, desnitrificação e volatilização.

Levando em consideração a importância da fertilidade do solo para as culturas, a maioria das reservas de N no solo está na forma orgânica. Além disso, os fatores pH do solo, temperatura, umidade, precipitação, CTC e a quantidade de matéria orgânica exercem influência na perda desse nutriente para a atmosfera, tendo impacto direto no custo de produção final.

Na adubação localizada, faz-se necessário conhecer a distribuição do sistema radicular do cafeeiro, sendo que sua distribuição se dá por uma interação de fatores genéticos e ambientais, podendo citar a textura do solo, estrutura, temperatura, umidade, suprimento de nutrientes, aeração, doenças, entre outros (WALSH, 1932).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar as características de crescimento do cafeeiro em formação sob diferentes doses de ureia formaldeído e distâncias de aplicação do ramo ortotrópico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da cafeicultura

A cultura do café tem sua origem na Etiópia, no século XV, percorreu a África, passando pela Europa, América Central, e, depois, pela Guiana Francesa (PRADO; NASCIMENTO, 2003). Os primeiros consumidores do café foram os povos árabes em meados do século XV (1440), dando início aos primeiros cultivos no sul da Arábia, com sementes que vinham da Etiópia. Já os europeus, começaram a cultivar o café a partir de 1690 na Indonésia com os holandeses. No Brasil, o início do cultivo do café foi em 1727, na região Norte (Pará), posteriormente atingiu a Bahia e o Rio de Janeiro. Evoluiu para o Espírito Santo e Minas Gerais e para os Estados de São Paulo e Paraná (MATIELLO; CARVALHO, 1981).

Na balança comercial brasileira, o café é um importante produto, fazendo com que o Brasil seja o maior produtor e exportador mundial desta commodity. Em 2018 o país produziu 61,7 milhões de sacas beneficiadas (CONAB, 2018), tendo Minas Gerais como principal produtor, com 54% da produção nacional (CONAB, 2018). Das centenas de espécies de café conhecidas, destacam-se duas, que são cultivadas e de interesse comercial, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre.

No Brasil e no mundo, houve um aumento na produtividade das culturas agrícolas devido ao desenvolvimento e uso de novas tecnologias. Na cafeicultura brasileira, observou-se um aumento de produtividade média nos últimos 20 anos de mais de 20 sacas por hectare (CONAB, 2017a; MAPA 2016a). Esse aumento de produtividade advém de um melhor manejo do solo e da adubação, controle mais eficiente de pragas e de doenças e uso de genótipos melhorados (FREITAS, 2017).

Em 2017, o país movimentou US\$ 5,2 bilhões, com uma área de aproximadamente 2 milhões de hectares e cerca de 300 mil produtores, sendo a maioria dos produtores mini e pequenos, girando em torno de 1.900 municípios, distribuídos nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Rondônia, Paraná, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso, Amazonas e Pará (MAPA, 2017).

2.2 Adubação nitrogenada no cafeeiro

O nitrogênio (N) participa das principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos, fazendo com que este seja o elemento requerido em maiores quantidades pelas culturas (CANTARELLA, 2007). O nutriente está presente nos nucleosídeos fosfatos, nos aminoácidos que compõem a estrutura dos ácidos nucleicos e proteínas e também compõe a

molécula de clorofila. Somente o oxigênio, carbono e hidrogênio são encontrados em maiores proporções nas plantas que o nitrogênio (TAIZ; ZEIGER, 2006; FAQUIN, 2005). Por sua grande importância, a deficiência de N causa sérios danos ao desenvolvimento das plantas de cafeeiro (MALAVOLTA, 2006).

A maioria das reservas de N no solo está na forma orgânica, isto mostra a importância da Matéria Orgânica para a fertilidade do solo. O N presente nos compostos orgânicos pode ser encontrado na forma lábil, de ciclagem rápida ou com moléculas bastante humificadas e recalcitrantes. As reações de mineralização convertem o nitrogênio orgânico em formas disponíveis para as plantas, o que varia de acordo com o tipo de solo e manejo (CANTARELLA, 2007).

O N, no cafeeiro, é o nutriente mais exigido, sua recomendação pode chegar a 450 kg ha⁻¹ para plantas em produção (GUERREIRO FILHO et al., 2014; GUIMARÃES et al., 1999). Com isso, há uma grande utilização de adubos nitrogenados pelos cafeicultores. O consumo médio estimado é de 6,2 kg de N para cada saca de 60 kg de café beneficiado produzido (MATIELO et al., 2010).

O melhor aproveitamento do nitrogênio pelo cafeeiro, tem relação com o efeito de doses e parcelamentos (MARTINS, 1981; VIANA, 1980) e sobretudo com a época de aplicação (KÜPPER, 1976). Sua absorção se intensifica a partir do 4º mês do florescimento, coincidindo com o período de granação e maturação dos frutos (MORAES; CATANI, 1964). Contudo, com o parcelamento, os resultados são variáveis a depender do tipo de solo (VIANA, 1980).

Dentre todos os nutrientes, o N é o que mais interage com o ambiente, devido a várias reações que ocorrem no solo, nas quais está sujeito a diversos processos de perdas. Estas perdas podem ocorrer por lixiviação (NO³⁻), desnitrificação (NO, N₂O e N₂) e volatilização (NH³) (FREITAS, 2017).

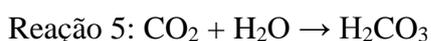
É difícil realizar uma estimativa da quantidade exata de N a ser perdida para a atmosfera, visto que não há um fator de correção para incrementar a dose do fertilizante no momento da fertilização, quando se utiliza a ureia como fonte. Apesar disso, muitos pesquisadores têm estudado a volatilização da amônia, dizendo que as perdas são de 17 a 60% a depender do ambiente e condições climáticas no momento da aplicação do fertilizante (CANTARELLA et al., 2008).

Outros pesquisadores, Costa, Vitti e Cantarella (2003) em um estudo realizado com cana de açúcar, aplicando o fertilizante sobre a cobertura morta da cultura, encontraram perdas acumuladas de 35 a 36% e afirmaram que as perdas obtidas à matéria orgânica presente que

favoreceu a atividade da ureáse. Cantarella et al. (2008) encontraram perdas de amônia de até 78%, Cancellier et al. (2013) 31% de perda, Souza (2017) 20,6%, Chagas et al. (2016) relataram uma volatilização da amônia de até 31% quando se utiliza ureia convencional em cafeeiro irrigado no Sul de Minas Gerais. Para outros autores as perdas de N-NH₃ podem chegar até 94% (OLIVEIRA et al., 1997; e CANTARELLA et al., 1999).

Existem vários fatores que influenciam a perda do nitrogênio para a atmosfera, dentre eles destacam-se o pH do solo, temperaturas muito elevadas, menor umidade do solo, a precipitação após a aplicação do fertilizante, a menor capacidade de troca de cátions (CTC), a quantidade de matéria orgânica ou cobertura vegetal que potencializa a atividade da urease (TASCA et al., 2011; e SANGOI et al., 2003).

Após a aplicação da ureia ao solo, ocorrem as seguintes reações:



Na reação 1, a ureia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] é hidrolisada pela enzima urease, formando carbamato de amônio [$\text{NH}_2\text{COONH}_4$]. Em seguida, em meio aquoso, ocorre a reação 2, na qual o carbamato de amônio se transforma em carbonato de amônio [$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$], que é instável em meio ácido, portanto, na presença de prótons (H^+) livres, ele se decompõe rapidamente, produzindo amônio (NH_4^+), dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O) (reação 3), o que implica elevação do pH ao redor dos grânulos do fertilizante (ERNANI; BAYER; STECKLING, 2001; LADHA et al., 2005; MIKKELSEN, 2009; ROCHETTE et al., 2009a; TASCA et al., 2011, TRENKEL, 2010).

Na reação 4, uma molécula de amônio reage com uma hidroxila (OH^-), formando amônia (NH_3), que é volátil, sendo facilmente perdida para a atmosfera. Em um pH de 9,3,

metade das moléculas se transformam em NH_3 (STEVENSON, 2008). O CO_2 formado como produto da Reação 3 estará dissolvido em solução, elevando a pressão parcial desse gás. Esse aumento faz com que parte do CO_2 se transforme ácido carbônico (H_2CO_3) (Reação 5). Esse ácido carbônico é dissociado, liberando um próton (Reação 6), reduzindo o pH até que os processos se equilibrem.

2.3 Influência da localização da adubação no cafeeiro

As lavouras de café instaladas em terrenos declivosos (montanhas) oferecem dificuldades operacionais dos tratamentos culturais, nutricionais e fitossanitários; dessa forma, os produtores procuram adaptar modos diferenciados na execução das operações, notadamente para as adubações químicas (BARROS, U. V.; GARÇON, C. L. P.; SANTINATO, R.; e MATIELLO, J. B., 2001).

A adubação tem como objetivo corrigir a diferença entre o que a planta necessita e o que o solo disponibiliza, ou seja, quando a necessidade da planta supera o que o solo pode fornecer é necessário utilizar-se do adubo para suprir essa exigência (MALAVOLTA et al., 2002). No entanto, aplicar o adubo no lugar certo é tão importante quanto a sua composição química e a quantidade aplicada, pois o adubo deve causar o mínimo de dano à germinação e desenvolvimento da muda e estar disponível do melhor modo em que a cultura possa absorver os nutrientes (COLLINGS, 1947).

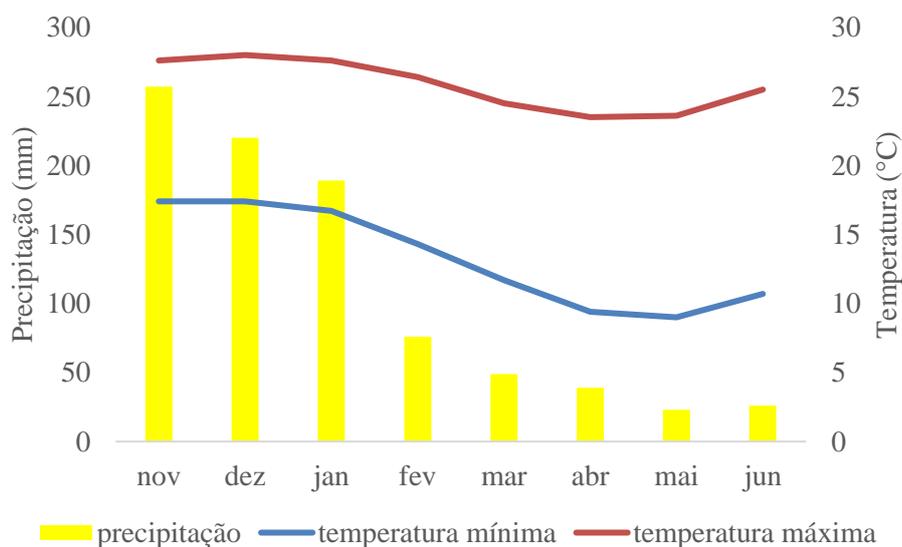
Existem vários métodos para a aplicação de fertilizantes, pode ser a lanço, onde é feita a aplicação superficial de forma localizada ou uniforme na área, e a aplicação em furos, que é indicada para culturas perenes e consiste na abertura de furos ou covetas ao redor da planta para atingir o sistema radicular (MALAVOLTA, 1981)

3. MATERIAS E MÉTODOS

3.1 Área experimental

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 Cwa – subtropical úmido. A temperatura média anual é de 20,1°C e a média anual de pruviosidade é de 1493 mm. Os dados de precipitação pluvial e temperaturas ocorridas no período de condução do experimento estão representados na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação pluvial (mm) e temperaturas (°C) mínimas e máximas no período de novembro de 2018 à junho de 2019 em São João da Boa Vista – SP.



Fonte : Climatempo

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 5x2, constituído de 5 doses de nitrogênio (0, 120, 240, 360, 480 kg/ha) e duas formas de aplicação (localizada a 20 cm de distância do caule e localizada a 80 cm de distância do caule), totalizando 10 tratamentos com 5 repetições cada (TABELA 1).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos com doses de ureia formaldeído (kg/ha) e distância de aplicação em relação ao caule da planta (cm).

Tratamento	Dose (kg/ha)	Distância (cm)
T1	0	20
T2	120	20
T3	240	20
T4	360	20
T5	480	20
T6	0	80
T7	120	80
T8	240	80
T9	360	80
T10	480	80

Fonte: Do autor (2019).

3.3 Parcela experimental

A parcela experimental foi constituída por quatro plantas de café da espécie *Coffea arabica* L. Catuaí Vermelho IAC 144 com 3 anos de idade (36 meses), com espaçamento de 3,80m por 0,6m e irrigadas via gotejamento. As plantas possuíam 1,65 m de altura e expectativa média de produtividade de 25 sacas/há. Em cada planta foram marcados quatro ramos padronizados nas quatro plantas da parcela, 3 plagiotrópicos (ramo inferior, médio, superior) e o ortotrópico (ápice) com o auxílio de um barbante.

3.4 Instalação dos tratamentos

As adubações com as doses de ureia formaldeído foram realizadas manualmente a cada 30 dias durante 4 meses. Totalizando assim, quatro doses iguais em cada planta. As adubações tiveram início em novembro de 2018 e foram finalizadas em fevereiro de 2019. A coleta dos dados foi realizada em junho de 2019.

3.5 Características avaliadas

3.5.1 Número de nós do ramo plagiotrópico

A avaliação do número de nós foi realizada por meio da contagem de nós presentes nos ramos previamente marcados em plantas de cada parcela.

3.5.2 Número de ramos do ápice

A avaliação do número de ramos do ápice foi realizada através da contagem dos ramos presentes no ápice acima do barbante de marcação das plantas presentes plantas de cada parcela.

3.5.3 Comprimento do segundo internódio do ramo plagiotrópico

Medido com régua graduada em centímetros o segundo internódio a partir do barbante de referência, contado no sentido da extremidade do ramo plagiotrópico.

3.5.4 Comprimento do segundo internódio do ápice

Medido com régua graduada em centímetros o segundo internódio a partir do barbante de referência, contado no sentido da extremidade do ramo ortotrópico.

3.5.5 Comprimento do penúltimo internódio do ramo plagiotrópico

Medido com régua graduada em centímetros o penúltimo internódio a partir do barbante de referência, contado no sentido da extremidade do ramo plagiotrópico.

3.5.6 Comprimento do penúltimo internódio do ápice

Medido com régua graduada em centímetros o penúltimo internódio a partir do barbante de referência, contado no sentido da extremidade do ramo ortotrópico.

3.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (Teste F), que permitiu avaliar os efeitos das doses de uréia formaldeído e das distâncias de aplicação do fertilizante, bem como a interação entre esses fatores. Quando significativos, as médias das doses de ureia formaldeído foram submetidas a análise de variância e as médias das distâncias de aplicação comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância utilizando o programa estatístico Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para número de nós do ápice, número de ramos do ápice, comprimento do segundo internódio dos ramos plagiotrópicos, comprimento do segundo internódio do ápice, comprimento do penúltimo internódio dos ramos plagiotrópicos do meio e comprimento do penúltimo internódio do ápice estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 - Distância de aplicação da ureia (cm), número de nós do plagiotrópico (NN), número de ramos plagiotrópicos do ápice (NR), comprimento do segundo internódio do ramo plagiotrópico em cm (C2I), comprimento do segundo internódio do ápice em cm (C2IA), comprimento do penúltimo internódio dos ramos plagiotrópicos do meio em cm (CPA) e comprimento do penúltimo internódio do ápice em cm (CPIA).

Distância	NN	NR	C2I	C2IA	CPA	CPIA
20	8 a	17 a	2,37 a	3,11 a	2,00 a	2,69 a
80	8 a	19 a	2,48 a	3,12 a	2,02 a	2,92 a
Média Geral	8	18	2,43	3,11	2,01	2,80
CV (%)	16,25	17,74	19,36	14,31	18,13	22,6

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Não foram observadas interações significativas entre os fatores distância de aplicação e doses de ureia formaldeído. Do mesmo modo, não foram observadas diferenças significativas em relação à distância de aplicação do fertilizante quando avaliado de forma isolada. Contudo foi verificada diferença significativa para doses do fertilizante quando avaliada de forma isolada para os caracteres números de nós e número de ramos plagiotrópicos.

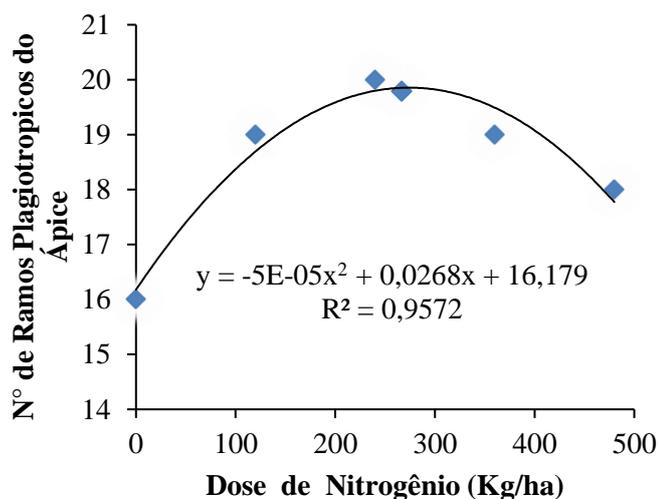
É importante destacar o efeito positivo que maiores comprimentos de ramos podem provocar na produtividade da cultura. Segundo Rena e Maestri (1986), em *Coffea arabica*, as inflorescências são formadas nas axilas das folhas opostas dos ramos plagiotrópicos primários (ramos laterais) crescidos na estação anterior, e esses internódios produzem flores apenas uma vez. Esse fato faz com que o crescimento dos ramos seja uma das características a serem usadas para se fazer previsões da futura safra. Portanto, quanto maior o crescimento dos ramos plagiotrópicos, maior será o potencial produtivo da planta no ano seguinte, pela presença de maior número de internódios e, conseqüentemente, maior número de inflorescências.

A cultivar de café Catuaí Vermelho IAC 144 utilizada nesse trabalho, é suscetível à ferrugem e aos nematóides, mas possuem elevado vigor. A altura das plantas pode atingir 2 a 2,4 m, em média e o diâmetro da copa, de 1,7 a 2,1m. Os internódios são curtos e a ramificação

secundária é abundante. O sistema radicular é bem desenvolvido. As folhas novas são de cor verde-clara e as adultas, verde-escuro brilhante. As inflorescências ocorrem em número de 3 a 5 por axila foliar, com três a cinco flores por inflorescência. De acordo com Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (67) Ramalho et al. (2010), quando o Catuaí Vermelho IAC 144 é comparado à outras cultivares de café, apresenta comprimento de internódio médio, dados obtidos através da coleção ativa de trabalho de germoplasma de cafeeiros arábica da Embrapa Rondônia. Sendo assim, embora não se tenha verificada diferença estatística a média do comprimento dos internódios encontrados para o presente trabalho está dentro dos valores para a cultivar utilizada.

Na figura 2 está representado o número de ramos plagiotrópicos em relação as doses de uréia formaldeído (kg/ha). Foi possível observar um aumento no número de ramos plagiotrópicos até a dose de 266 kg/ha, ocorrendo uma diminuição após essa dose.

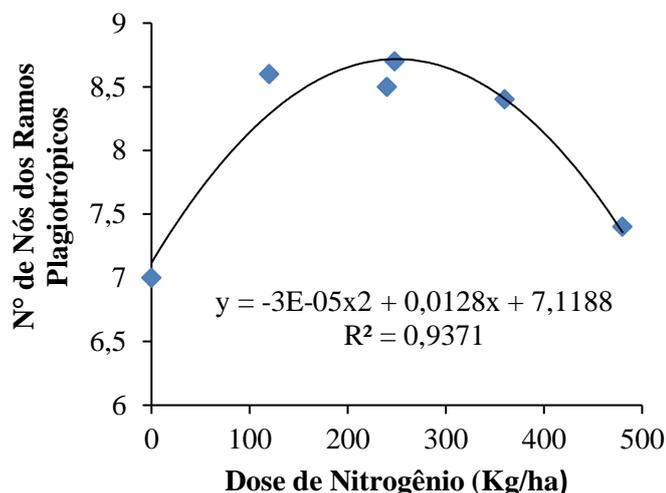
Figura 2 – Número de ramos plagiotrópicos em relação as doses de nitrogênio (Kg/ha).



Lima et al. (2016), avaliando o número de ramos plagiotrópicos, sob diferentes doses de ureia formaldeído, observou o aumento no número de ramos plagiotrópicos para todos os tratamentos com o uso de ureia em relação ao controle, obtendo os melhores resultados para a dose de 300 kg ha⁻¹ com 20 ramos plagiotrópicos. O autor esperava menor desenvolvimento do cafeeiro em virtude da bienalidade; entretanto, por se tratar da primeira avaliação, fatores aleatórios do ambiente como umidade relativa e temperatura interferiram nos dados apresentados. Lima (2015) obteve 20 ramos plagiotrópicos com a dose de 300 Kg/ha de ureia formaldeído enquanto neste trabalho, foi obtido 20 ramos plagiotrópicos com a dose de 266 Kg/ha de ureia formaldeído.

Na figura 3 estão representados o número de nós em relação as doses de uréia formaldeído (Kg/ha). foi possível observar um aumento no número de ramos plagiotrópicos até a dose de 247 Kg/ha, ocorrendo uma diminuição após ultrapassar essa dose.

Figura 3 – Número de nós do ápice em relação a dose de nitrogênio (Kg/ha).



Parecido (2016) avaliando doses de nitrogênio via solos na cultivar Catuaí Vermelho - IAC 99 com 3 anos de idade, observou que a aplicação de N em cobertura também proporcionou efeito positivo no número de nós no ramo plagiotrópico, com incrementos quadráticos até a dose de 235 kg ha⁻¹ de N, utilizando ureia agrícola. O autor obteve 20 nós com a dose de 235 kg ha⁻¹ de N, enquanto no presente trabalho, foi obtido 9 nós com a dose de 247 kg ha⁻¹ de ureia formaldeído.

Para o comprimento do segundo internódio do ramo plagiotrópico (FIGURA 4), comprimento do penúltimo internódio do ramo plagiotrópico (FIGURA 5), comprimento do segundo internódio do ápice (FIGURA 6) e penúltimo internódio do ápice (FIGURA 7), não foram encontradas diferenças significativas em relação a doses de uréia formaldeído aplicadas. A médias encontradas para essas variáveis foram 2,4; 2,0; 3,0 e 3,0 centímetros respectivamente.

Figura 4 – Comprimento do segundo internódio do ramo plagiotrópico em relação as doses de nitrogênio (Kg/ha).

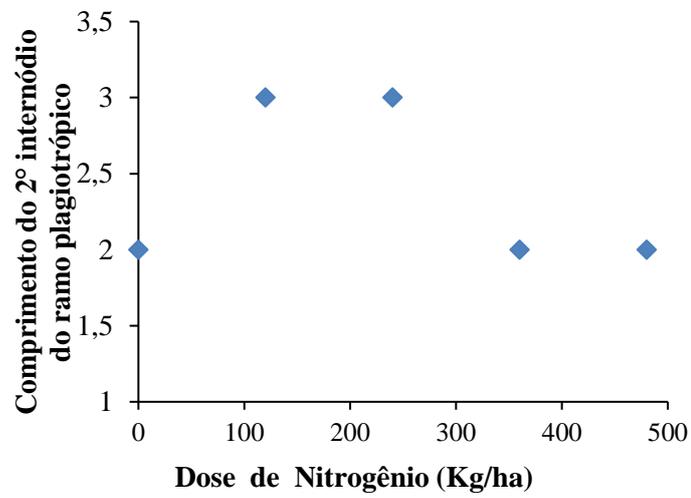


Figura 5 – Comprimento do penúltimo internódio do ramo plagiotrópico em relação as doses de nitrogênio (Kg/ha).

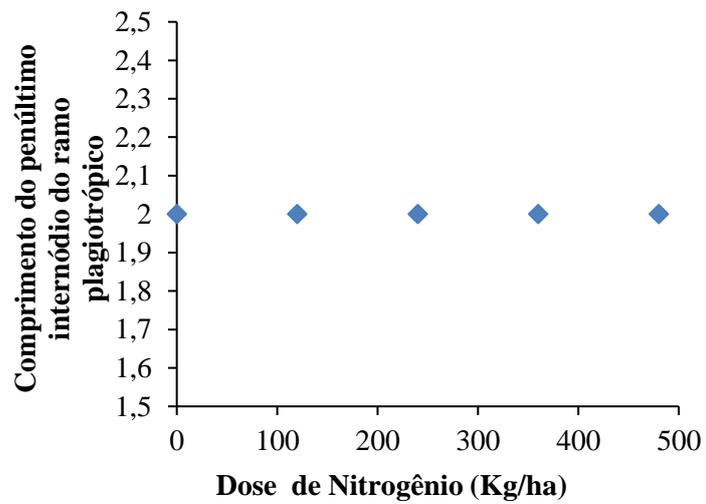


Figura 6 – Comprimento do segundo internódio do ápice em relação as doses de nitrogênio (Kg/ha).

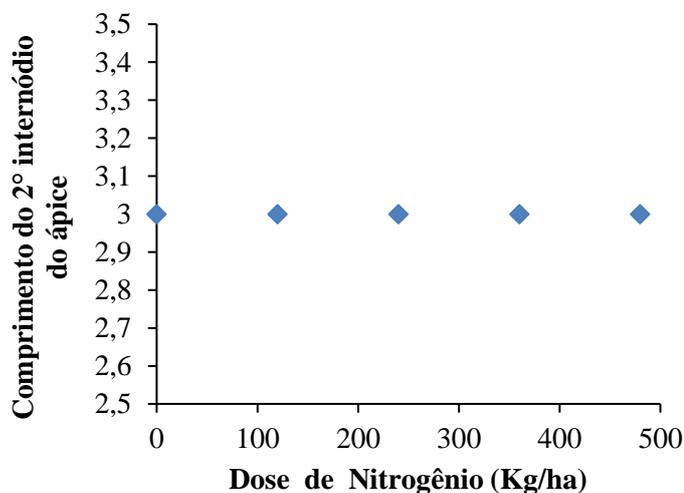
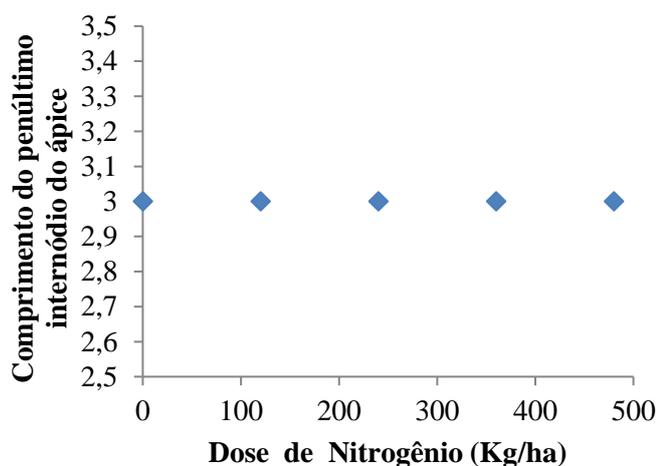


Figura 7 – Comprimento do penúltimo internódio do ápice em relação a doses de nitrogênio (Kg/ha).



Souza et al. (2013) em seu trabalho sobre o crescimento do cafeeiro em diferentes níveis de fertilização, observou um decréscimo no crescimento do ramo plagiotrópico do cafeeiro com o aumento da dose de NPK, sugerindo possível efeito deletério da elevação da concentração salina do solo, provocado pelas doses crescentes de fertilizantes, sendo influenciados pelo regime hídrico. Esse resultado contraria os obtidos por Malavolta, Yamada e Aroaldo (1981), que trabalhando com cafeeiro adulto, cultivar Catauí, e observaram aumento do comprimento do ramo plagiotrópico em função de crescentes doses de adubação NPK.

De acordo com Abranches (2018), em seu trabalho sobre as respostas da cultura do café arábica à aplicação de ureia revestida, no qual avaliou o crescimento vegetativo e produtividade

perante a ureia convencional, as doses crescentes de ureia aplicadas no cafeeiro promoveram o maior crescimento e desenvolvimento das plantas e, as plantas que não receberam a aplicação de N em cobertura, apresentaram maior deficiência desse elemento, principalmente nos ramos carregados, ocorrendo queda das folhas mais velhas nas plantas com deficiência de N, estando de acordo com os dados obtidos por Parecido (2016). Souza et al. (2013) encontrou 87,26 cm para o comprimento do ramo como um todo. Enquanto as avaliações de Abranches (2018), concluiu que a aplicação das doses de 150, 300 e 600 kg ha⁻¹ de N, promoveu aumento no comprimento dos ramos plagiotrópicos de 18,2, 20,9 e 21,4 cm, respectivamente, enquanto a testemunha sem aplicação de N foi de 12,4 cm.

Embora nos trabalhos citados anteriormente não tenha sido avaliado o comprimento dos internódios, de acordo com Silveira e Carvalho (1996) citado por Dalcolmo (2012), os internódios dos ramos plagiotropicos, juntamente com o comprimento dos ramos definem o numero de nós formados, que por sua vez, estão relacionados com a produtividade. Assim para este trabalho, verificou-se que as doses de nitrogênio incrementaram a quantidade de nós por ramos (até a dose de 247 kg/ha), porém não causaram alterações em relação ao comprimento de seus internódios.

5. CONCLUSÃO

As distâncias de aplicação não afetaram o número de nós dos ramos plagiotrópicos, número de ramos plagiotrópicos no ápice, comprimento do segundo internódio do ramo plagiotrópico, comprimento do penúltimo internódio do ramo plagiotrópico, comprimento do segundo internódio do ápice e comprimento do penúltimo internódio do ápice.

As doses de nitrogênio não afetaram o comprimento do segundo internódio, comprimento do penúltimo internódio, comprimento do segundo internódio do ápice e comprimento do penúltimo internódio do ápice.

O aumento das doses de nitrogênio aumentou o número de ramos plagiotrópicos do ápice e número de nós presentes nos ramos plagiotrópicos, sendo a dose de 240 kg ha⁻¹ de nitrogênio a mais eficiente para os dois quesitos.

6. REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H. et al. Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, jul./ago. 2008.

CANTARELLA, H. et al. **Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia**. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., Londrina, 1999. Anais... Londrina: STAB, 1999. p. 82-87.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

COLLINGS, G.H. **Commercial Fertilizers**. The Blakiston Co., Filadelfia, 1947, 448P.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamentos de safra: 1º levantamento da safra café: safra 2017/2017**. Brasília: CONAB, 2017a. 98 p. Disponível em: . Acesso em: 8 fev. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Safra de café em 2018 é recorde e supera 61 milhões de sacas** : <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2626-producao-do-cafe-em-2018-e-recorde-e-supera-61-milhoes-de-sacas> > Acesso em : 24/09/2019.

ERNANI, P. R.; BAYER, C.; STECKLING, C. Características químicas de solo e rendimento de matéria seca de milho em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 939-946, out./dez. 2001.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: Ed. UFLA/FAEPE, 2005. 186 p.

FREITAS, T. (2017). **Fertilizantes nitrogenados convencionais, estabilizados, de liberação lenta ou controlada na cultura do cafeeiro: eficiência e custos**. 96.

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.

Janeiro-rj, R. De.(n.d.).**Comparação De Modos De Adubação Do Cafeeiro** Nas. 2410-2415.

JORGE LUIZ ABRANCHES. (2018). **Resposta da cultura do café arábica à aplicação de ureia revestida**. Unesp - Botucatu, 121.

KÜPPER, A. **Consumo mensal de nitrogênio pelo cafeeiro: quantidade época e modo de adubação nitrogenada.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. 4., 1976, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: IBC/GERCA, 1976. p.215-217.

LADHA, J. K. et al. Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production: retrospects and prospects. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 87, n. 5, p. 85-156, Oct. 2005.

LIMA, L. C., de Carvalho Gonçalves, A., Fernandes, A. L. T., de Oliveira Silva R., & Lana, R. M. Q. (2016). **Crescimento e produtividade do cafeeiro irrigado, em função de diferentes fontes de nitrogênio.** *Coffee Science*, 11(1), 97–107.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 683 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola: Adubos e Adubação.** 3ª Ed. São Paulo. Editora Agronômica Ceres, 1981, 596p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL, F. G.; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações.** São Paulo: Nobel, 2002, 200p.

MALAVOLTA, E.; YAMADA, T. G.; AROALDO, J. **Nutrição e adubação do cafeeiro.** Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. 226 p.

MARTINS, M. **Doses de parcelamento de adubação nitrogenada e potássica na formação do cafeeiro em solos de cerrado.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. 9., 1981, São Lourenço. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, GERCA, 1981. p.378-381.

MATIELLO, J.B.; CARVALHO, F. **Pesquisa cafeeira-Contribuição marcante para o desenvolvimento da cafeicultura.** In: MALAVOLTA, E.; YAMADA, E.; GUIDOLIN, J.A. (Coord.) *Nutrição e adubação do cafeeiro.* 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981. p.1-8.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações.** Varginha: MAPA, 2010. 546 p.

MIKKELSEN, R. **Ammonia emissions from agricultural operations: fertilizer.** *Better Crops*, Atlanta, v. 93, n. 4, p. 9-11, Oct. 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Informe Estatístico do Café - 2007-2008.** Brasília: Ministério da Agricultura, 2016a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/agroestatisticas/cafe/informe-estatistico-do-cafe-2007-2008.xls/view>>. Acesso em: 8 fev. 2017.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Café no Brasil**: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafes/cafecultura-brasileira> > Acesso em : 24/09/2019.

MORAES, F.R.P.; CATANI, R.A. Absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante formação. **Bragantia**, Campinas, v.23, n.26, p331-336, 1964.

OLIVEIRA, M. W. et al. **Volatilização de amônia proveniente da uréia (15N) aplicada em solo cultivado com cana-de-açúcar**. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DE PÓSGRADUANDOS DO CENA – USP, 3., Piracicaba, 1997. Anais... Piracicaba: CENA, 1997. p. 28.

PRADO, R.M de; NASCIMENTO, V.M. **Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 2003. 274p.

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

ROCHETTE, P. et al. Banding urea increased ammonia volatilization in a dry acidic soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 38, n. 4, p. 1383-1390, May 2009a.

SANGOI, L. et al. Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de uréia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 687-692, ago. 2003.

SOUZA, R. S. De, Junior, C. H., Rezende, R., & Ribeiro, A. (2013). **Características de crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro sob diferentes regimes hídricos e níveis de fertilização NPK**.

STEVENSON, F. J. **Origin and distribution of nitrogen in soil**. In: SCHEPERS, J. S.; RAUN, W. R. (Ed.). Nitrogen in agricultural systems. Madison: American Society of Agronomy, 2008. p. 1-39.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722 p.

TASCA, F. A. et al. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 493-502, abr. 2011.

TRENKEL, M. **Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient efficiency in agriculture**. 2nd ed. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010. 163 p.

VIANA, A.S. **Estudo de doses e parcelamentos de N e K na formação do cafeeiro em LED e TER**. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS. 8., 1980, Campos do Jordão. Resumos... Rio de Janeiro: IBC, GERCA, 1980. p.205-211.