



**CLENES APARECIDO MENDES**

**INCIDÊNCIA DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO EM FUNÇÃO  
DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO**

**LAVRAS-MG**

**2019**

**CLENES APARECIDO MENDES**

**INCIDÊNCIA DA FERRUGEM DO CAFEEIRO EM FUNÇÃO DE FONTES E  
DOSES DE NITROGÊNIO**

Monografia apresentada ao Colegiado do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharelado.

**Orientador**

Prof: Dr. Douglas Ramos Guelfi Silva-UFLA

**Coorientador**

Ms. Taylor Lima de Souza - UFLA

**LAVRAS-MG**

**2019**

**CLENES APARECIDO MENDES**

**INCIDÊNCIA DA FERRUGEM DO CAFEIEIRO EM FUNÇÃO DE FONTES E  
DOSES DE NITROGÊNIO**

Monografia apresentada ao colegiado do curso de Agronomia da Universidade federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do título de bacharelado.

**BANCA DE DEFESA**

Prof: Dr. Douglas Ramos Guelfi Silva-UFLA

Ms. Taylor Lima de Souza - UFLA

Ms. Mauro Peraro Barbosa Junior – UFLA

**SUPLENTE**

Ms. André Baldansi Andrade-UFLA

**LAVRAS-MG**

**2019**

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente agradecer á Deus e a nossa Senhora Aparecida pela sabedoria, garra e humildade, as quais foram essenciais para que esse grande sonho se tornasse realidade. Aos meus pais, Orlando Roberto Mendes e Celise Helena Machado Mendes, que sempre estiveram do meu lado me incentivando e me apoiando em todas as minhas escolhas e claro, durante toda minha trajetória acadêmica. À minha irmã Bruna Vitória Mendes e ao meu cunhado Leandro Henrique Corrêia pelo apoio e companheirismo.*

*À minha querida esposa, Micaela Alves Barbosa pelo apoio, paciência, compreensão e por estar do meu lado em todos os momentos.*

*Ao meu amado filho, Enzo Gabriel Mendes, que foi a maior motivação para que eu continuasse os estudos após seu nascimento, mesmo quando isto parecia impossível.*

*A todos os meus colegas e professores pelo apoio e companheirismo.*

*Ao professor Dr. Douglas Ramos Guelfi Silva pelas oportunidades que tive no departamento de ciência do solo durante meus estudos e pelo apoio na orientação deste trabalho.*

*Ao Taylor Lima de Souza, Mauro Peraro Barbosa Júnior e André Baldansi por terem aceitado meu convite em participarem da banca, pelo apoio e por terem me auxiliado durante todo o período do desenvolvimento do meu TCC.*

*A fazenda NKG e todos os seus colaboradores por terem disponibilizado a área para instalação do experimento e pelo apoio.*

*A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência do Solo pelo apoio e pelo excelente ensino.*

**MUITO OBRIGADO!**

*Se não houver frutos, valeu a  
beleza das flores; Se não houver  
flores, valeu a sombra das folhas;  
Se não houver folhas, valeu a  
intenção da semente.*

*(Henfil)*

## RESUMO

O nitrogênio é o elemento mais abundante na matéria seca das plantas, além de ser responsável pelo crescimento vigoroso das mesmas, sendo também indispensável na produção de proteínas, aminoácidos e hormônios de crescimento. Na deficiência do elemento, tornam-se debilitadas e com crescimento lento. Logo, doses deficientes ou excessivas criam condições favoráveis ao ataque de patógenos. A nutrição mineral promove modificações morfológicas e químicas que podem aumentar ou diminuir a resistência das plantas às doenças como, alterações nas paredes das células da epiderme, tornando-as mais grossas, com maior acúmulo de lignina e mais resistentes. O experimento foi realizado na fazenda de café (Lagoa Coffee Plantation – Grupo NKG – Fazendas Brasileiras), no município de Santo Antônio do Amparo, MG, Brasil. A área central do experimento está situada nas seguintes coordenadas geográficas: 20°53'26,04”S e 44°52'04,14”W e altitude média de 1100 m. A lavoura de cafeeiro pertence a espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí-99, foi implantada no ano de 2012 no espaçamento de 3,40 x 0,60 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, de 3 x 4 + 1, com 4 repetições, sendo, 3 fontes de N, (ureia convencional, ureia + NBPT e nitrato de amônio), 4 doses de nitrogênio: 150; 275; 400 e 525 kg ha<sup>1</sup> de N, e um tratamento controle, sem adubação nitrogenada. Cada parcela foi constituída de 16 plantas, sendo utilizadas apenas 10 centrais para as avaliações da incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). A doença ocorreu com bastante variação durante todo o período de avaliação. Mesmo com a variação na incidência da ferrugem no decorrer dos dois anos de avaliação, 2016 e 2017 não foram encontradas diferenças significativas quanto às fontes e doses de nitrogênio utilizadas.

Palavras-chave: Fertilizantes. Nitrogênio. Fontes. Cafeicultura. Ferrugem

**TABELA**

<b>Tabela 1: descrição de tratamentos .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabela 2: descrição das datas e dos fungicidas aplicados para o controle da ferrugem nos anos de 2016 e 2017.....</b>	<b>19</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Dados de precipitação referente aos meses de janeiro a dezembro de 2016.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 2: Dados de precipitação referente aos meses de janeiro a dezembro de 2017.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3: Curva de progresso da ferrugem ao longo de doze meses de 2016 .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 4: Curva de progresso da ferrugem ao longo de doze meses de 2017.....</b>	<b>24</b>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Referencial teórico .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. Cultura do café .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Solo e clima para o cafeeiro .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Adubação nitrogenada para cafeeiro .....</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Relação entre nutrição mineral e doença .....</b>	<b>14</b>
<b>2.6 Doenças do cafeeiro .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6.1 Ferrugem do cafeeiro .....</b>	<b>15</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 Local do experimento .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Delineamento experimental .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3 Precipitação .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.1 Precipitação de 2016 .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.2 Precipitação de 2017 .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Avaliação da ferrugem do cafeeiro .....</b>	<b>21</b>
<b>4. RESULTADO E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Incidência de ferrugem (%) no ano de 2016 .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 Incidência de ferrugem (%) no ano de 2017 .....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>25</b>
<b>6. Referências.....</b>	<b>26</b>

## INTRODUÇÃO

O café é muito consumido em todo o mundo devido seu apreciado sabor que conquista todos que o provam, este pode ser apreciado de várias maneiras como: na forma de chás, gourmet, expresso, balas, entre outros, podendo até mesmo ser usado na extração de óleos para indústrias de cosméticos (SAES; JAYO, 1998). Além de estimular o cérebro, atenção e reduzir a apatia (LIMA, 2012). O mercado está cada vez mais interessado no produto e sua crescente demanda, segundo Bonilla (2001) e ABRAHÃO (2007), proporciona um aumento significativo na geração de divisas, mostrando que a cafeicultura gera ainda o aumento dos impostos arrecadados pelos estados e municípios, resultando assim, em emprego e renda para os setores da indústria e comércio impulsionando o crescimento do país.

A atividade cafeeira é parte integrante do sistema que movimenta a economia mundial, visto que os países produtores e suas políticas de mercado focam sempre no mesmo objetivo, agregar valor ao produto. (SCHIMIDT; DE NUNER; FORNAZIER 2004). O Brasil se destaca na atividade cafeeira pela qualidade do produto e, por possuir um parque produtivo muito extenso, o qual abrange os estados do Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo (CECAFE 201).

Características físico-químicas do solo, clima, altitude são fatores determinantes para a qualidade da bebida na xícara, por isso é comum ouvir que há vários Brasis dentro do Brasil (CECAFE 2019 ). O café é um produto que têm suas peculiaridades específicas nos quesitos, aroma, corpo, acidez e doçura, qualidades estas que são dependentes do local de cultivo. (CECAFE 2019). Devido a dimensão territorial do país, é bastante comum o mesmo estado produzir diferentes tipos de cafés, exemplo disso é o estado de Minas gerais que concentra 50% de toda produção nacional. (CECAFE 2019).

No Brasil, o nutriente mais limitante para a cultura é o nitrogênio, e isso é evidenciado pela sua elevada demanda pelo cafeeiro (SILVA et.al. 2003), e sua baixa disponibilidade do em muitos solos brasileiros. O Nitrogênio é um dos nutrientes exigidos em maiores quantidades, podendo chegar à recomendação de até 450 Kg ha<sup>-1</sup> para cafeeiros em produção (GUERREIRO FILHO et. al., 2014; GUIMARÃES et al., 1999), e um dos mais acumulados em seus tecidos. Devido a esses fatores seu consumo é bastante elevado na cafeicultura ficando estimado em aproximadamente em 6,2 Kg de nitrogênio para cada saca de café beneficiado (MATIELO et. al., 2010).

Entretanto, o motivo do nitrogênio ser um dos nutrientes requeridos em maiores quantidades pelas plantas é justamente o fato de ser muito dinâmico, ou seja, é um elemento que pode ser perdido através da sua volatilização, nitrificação e desnitrificação favorecendo a liberação de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{N}_2$ . A utilização de fontes de N mais eficientes e uma adubação feita de forma adequada permitem o crescimento estrutural e uma frutificação abundante do cafeeiro, pois este participa na síntese de proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas e clorofila (CIVARD, 2009). A Cafeicultura impõem infinitos desafios aos produtores para que seja possível a produção com sustentabilidade e desenvolvimento agrícola, produzindo com qualidade para que sejam atendidos os mercados cada vez mais exigentes (Ventura et al., 2007).

Assim como o nitrogênio, as doenças também são fatores que limitam a produtividade do cafeeiro, causando perdas tanto para o produtor familiar como para àqueles que possuem uma cafeicultura empresarial, e com isso tornar impossível sua exploração (Ventura et al., 2007). Entre todas as doenças que afetam o cafeeiro, destacam-se a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.), que desde sua chegada ao Brasil em 1970, tem causado enormes prejuízos aos cafeicultores, atualmente a doença tem ocorrido em todas as regiões produtoras do país e, se não for controlada de forma eficiente pode causar queda na produção de até 45% (Matiello, 1991).

Dentre tantos desafios enfrentados pelos pesquisadores, o maior deles tem sido a busca por métodos eficientes para o controle das doenças, Apesar de geneticamente controlada, a resistência de plantas às doenças pode ser influenciada por fatores ambientais como, a nutrição mineral que é um fator que pode ser manipulado com relativa facilidade, podendo ser utilizada como um complemento no controle de doenças em plantas (Marschner, 1995).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a incidência da ferrugem em função de fontes e doses de nitrogênio, em lavoura de cafeeiro em produção.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Cultura do café

O café é uma cultura que faz parte da história do homem desde a ocorrência de sua descoberta na Etiópia a mais de mil anos, e durante todo esse tempo foi passando por evoluções em todo o sistema de produção, assim como na maneira de consumi-lo, e isso se deve às contribuições de povos europeus, asiáticos, africanos, americanos e árabes. O cafeeiro é uma planta que é muito cultivada nos países de clima tropical. No mundo são cultivadas várias espécies de café, porém, economicamente as duas espécies de maior importância a *Coffea arabica* L. (que produz o café arábica) e *Coffea canephora* Pierre (conhecido mundialmente como café robusta).

Cafeeiro é uma planta perene que, se bem manejada pode ultrapassar os vinte anos de vida útil, e o conhecimento desta, é muito importante para as tomadas de decisões como: necessidade de podas, adubação e de todos os tratamentos culturais necessários. Com isso, todo e qualquer erro cometido no início de sua formação pode colocar em risco todo empreendimento, levando a baixas produtividades e com isso sendo necessário o arranquio da lavoura, atitude esta que muitas das vezes reduz prejuízos. Por isso deve sempre adquirir cultivares adequadas a cada região, se possível cultivares resistentes a doenças, usar espaçamentos adequados de acordo com a cultivar a ser implantada. (GUIMARÃES et al., 1998; REIS e CUNHA, 2010).

O produto adquiriu muita importância no mercado devido a rapidez na sua adaptabilidade com o solo e com as condições climáticas de cada região se tornando um dos principais produtos de exportação. Atualmente o Brasil é o maior produtor de café do mundo (MAPA), cultivando duas espécies que são: *Coffea Arabica* e *Coffea Canephora*, o primeiro é muito demandado em blends de alta qualidade que é o café arábica, o segundo é o robusta muito conhecido como conilon e bastante utilizado na indústria de café solúvel, ambos muito importante para a economia do país.

De acordo com os dados do ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA), a cafeicultura brasileira ocupa uma área de 2,25 milhões de hectares compreendendo cerca de 290 mil produtores, sendo que a maioria são pequenos e com distribuição por aproximadamente 1900 municípios (CECAFE).

O Brasil colheu 42,3 milhões de sacas de 60 Kg no ano passado e, registrou um recorde de exportações de 36,80 milhões de sacas – crescimento de 1,3% em comparação ao ano anterior (CECAFE). O café arábica atingiu uma produção de 32,05 milhões de sacas e a

de café conilon 11,19 milhões de sacas, totalizando 43, 24 milhões de sacas de 60 Kg (CECAFE). Segundo dados da Companhia Nacional de abastecimento (CONAB, 2018), a média da produtividade no país é de 22, 49 sacas por hectare. Para 2019, apesar de ser um ano de bienalidade negativa as estimativas são de 52,48 milhões de sacas de 60 Kg de café beneficiado, sendo que desse total 37,14 milhões são de café arábica (*Coffea arábica* L.) e 15,34 milhões são de café conilon (*Coffea canephora* pierre), (CONAB, 2019).

## **2.2 Solo e clima para o cafeeiro**

Para que o cafeeiro possa se desenvolver, em volume e profundidade seu sistema radicular, é necessário um solo que proporcione boas condições hídricas e nutricionais em equilíbrio. Porém, devido a grande necessidade em ampliar as áreas cultivadas, a falta de mão-obra e o surgimento de novas tecnologias como os fertilizantes de maior eficiência, fizeram com que a cafeicultura se estabelecesse em solos pobres em fertilidade natural, mas ótimos nos aspectos físicos e topográficos que são desejáveis para a mecanização da cultura, que são os latossolos.

Latossolos são solos muito intemperizados, normalmente bastante profundos, ácidos, possuem baixa saturação por bases, distróficos ou álicos. Este tipo de solo é típico de regiões equatoriais e tropicais encontrados em condições climáticas e de vegetação bastante variadas (EMBRAPA, 2006). Os Latossolos apresentam muitas limitações químicas. Entretanto, favorecem sua utilização na agricultura desde que todas essas limitações sejam corrigidas com uso de fertilizantes e corretivos (OLIVEIRA, et al., 1992). Mesmo que as quantidades exigidas de corretivos sejam muito elevadas, ainda sim pode ser uma alternativa economicamente viável do ponto de vista conservacionista (CRIARPLANTAR, 2013), visto que, a correção é uma prática muito importante na conservação dos solos.

De maneira geral, para que o cafeeiro se estabeleça garantindo um bom desenvolvimento e produtividade satisfatória, é necessário que o solo seja profundo, com boa aeração, livre de camadas rochosas que possam impedir o desenvolvimento das raízes e de preferência que seja fértil (SANTOS, 2005). O café pode ser cultivado em locais com altitude maior que 600 metros e temperatura entre 18 e 22°C, para o arábica e locais com altitude inferior a 600 metros e com temperatura de até 23 °C para o café conillon. Em locais que a temperaturas médias abaixo de 18 °C, não recomenda o cultivo de café.

## 2.4 Adubação nitrogenada para cafeeiro

O aumento na produtividade das culturas agrícolas e em especial na cafeicultura, é devido ao grande avanço nas pesquisas e conseqüentemente, novas tecnologias lançadas e sendo cada vez mais utilizadas no campo, proporcionando melhores condições de manejo do solo, adubação, utilização de cultivares melhoradas, controle eficiente de pragas e doenças assim como, eficiência na colheita das lavouras. A produtividade média das lavouras aumentou significativamente passando de 14,0 sacas por hectare em 2001 para 33,0 sacas por hectare em 2018 (CONAB, 2019).

Devido a esse grande aumento em produtividade das culturas, há também um maior consumo de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, visto que o cafeeiro é extremamente exigente no elemento (MALAVOLTA, 1993; RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVARES, 1999), sendo que sua recomendação para cafeeiros em produção pode variar de 50 a 450 Kg ha<sup>-1</sup> de acordo com a produtividade esperada da lavoura (GUERREIRO FILHO et al., 2014; GUIMARÃES et al., 1999). A aplicação de fertilizantes no cafeeiro deve ser realizada sempre nos períodos chuvosos que corresponde aos meses de setembro a março onde as plantas irão florescer, granar os frutos e vegetar (RENA; MAESTRI, 1987). É estimado para cada saca de 60 Kg de café beneficiado um consumo médio de 6,2 Kg de N, porém este valor pode variar de acordo com aspectos edafoclimáticos de cultivo Matiello et al. (2010).

Uma adubação nitrogenada equilibrada proporciona o crescimento mais rápido das plantas, assim como folhas novas e brilhantes, além de estimular na formação e no desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, compõem a estrutura de aminoácidos, proteínas, enzimas, vitaminas, pigmentos entre outros compostos presentes nas plantas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Adubações adequadas também contribuem para uma boa e maior ramificação dos ramos plagiotrópicos, aumento do tamanho das folhas e maior produção de amido e outros carboidratos essenciais para a formação e crescimento dos frutos (GUIMARÃES; MENDES, 1997).

O nitrogênio é constituinte de muitos componentes celulares, por isso sua deficiência faz com que seja inibido o crescimento vegetal, causando clorose nas folhas mais velhas e posteriormente podem entrar em senescência (TAIZ; ZAIGER, 2004). No cafeeiro o nitrogênio é imobilizado em ritmo diferente na floração e nas fases de chumbinho, granação e maturação (MALAVOLTA, 1986).

Cafeeiros com idade acima de três anos retiram do solo quantidades diferentes de N que pode variar de 3,0 a 3,5 kg de N ha<sup>-1</sup> nos meses de dezembro a março e 2,0 kg de N ha<sup>-1</sup> nos meses seguintes, sendo essas quantidades presentes nas partes vegetativas (KÜPPER,

1976). Devido a essas diferenças no consumo de nitrogênio pelo cafeeiro, as adubações nitrogenadas devem ser parceladas, visando o fornecimento suficiente e equilibrado durante todo o período vegetativo e de frutificação da cultura.

As plantas retiram nitrogênio para suas atividades metabólicas essencialmente pela matéria orgânica do solo e através dos fertilizantes nitrogenados aplicados. O maior estoque de N no solo é a matéria orgânica que representa normalmente 95% do N total. Porém na sua forma orgânica ele não é diretamente aproveitado pelas plantas, por isso ele deve ser mineralizado para produzir  $\text{NH}_4^+$  (amônio) que pode posteriormente ser nitrificado, gerando  $\text{NO}_3^-$  (nitrato), ambos disponíveis às plantas (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). Entretanto, a mineralização é afetada pelo clima e pelas condições do solo, assim a disponibilização de nitrogênio para as plantas não é o bastante para suprir as quantidades requeridas pelos cultivos comerciais (MALAVOLTA, 1986). Para que a demanda das culturas comerciais sejam supridas faz-se aplicações de fertilizantes nitrogenados.

## **2.5 Relação entre nutrição mineral e doença**

A nutrição mineral é um componente ambiental passível de ser modificada pelo homem com relativa facilidade e utilizada como complemento ou método alternativo no controle de doenças (MARSCHNER, 1995). A nutrição das plantas pode determinar sua resistência ou não, ao ataque de patógenos. Plantas quando enfraquecidas por deficiência de algum nutriente, pode ter seu desenvolvimento comprometido além de se tornar predisposta a infecções associadas aos patógenos (JARVIS, 1993).

Os nutrientes estão envolvidos diretamente nos mecanismos de defesa das plantas como componentes integrais das células, membranas, das enzimas e dos transportadores de elétrons ou como ativadores, inibidores e reguladores do metabolismo (HUBER, 1980). Compostos que são produzidos através de rotas metabólicas secundárias são formados após a ocorrência das infecções, fato este que proporciona maior resistência às doenças. Tais compostos, geralmente são enquadrados como fitoalexinas, que se acumulam ao redor dos sítios de infecção, as quais dependem da disponibilidade dos vários nutrientes (GRAHAM; WEBB, 1991).

O manejo adequado da nutrição mineral em cafeeiros é muito importante, pois plantas com maior carga de frutos sofrem um desequilíbrio nutricional elevado, devido ao dreno de nutrientes pelos frutos e folhas (GUIMARÃES et al., 2002). Contudo as deficiências e desequilíbrios nutricionais causam mudanças morfológicas e bioquímicas nas plantas,

podendo tornar materiais genéticos resistentes suscetíveis à infecção por patógenos (SILVEIRA; HIGASHI, 2003).

## **2.6 Doenças do cafeeiro**

Os cafeicultores enfrentam vários problemas para se permanecerem na atividade, e um deles é a suscetibilidade dos cafeeiros a várias doenças que podem ocorrer em todas suas fases, ou seja, desde o viveiro até no campo. A ocorrência dessas enfermidades nas lavouras é um dos motivos que contribui para a redução da produtividade, qualidade da bebida, aumento nos custos de produção, além de reduzir a longevidade das lavouras.

Dentre os agentes causadores de doenças e responsáveis por grandes perdas no campo, destaca-se a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.), que pode causar uma redução de 30% na produção das lavouras se não for controlada de forma eficiente (ZAMBOLIM; MARTINS; CHAVES, 1985), e que a maioria das cultivares plantadas são suscetíveis a ferrugem.

### **2.6.1 Ferrugem do cafeeiro**

A Ferrugem (*Hemileia vastatrix*) é uma importante doença nas regiões produtoras de café onde provoca consideráveis danos econômicos nas lavouras. É um fungo biotrófico, ou seja, parasita obrigatório (sobrevive somente em tecidos vivos) e, por esse motivo possui sua fonte de inóculo composta por folhas infectadas e que ao produzirem urediniósporos, tornam-se fonte de inóculo para a próxima estação, infectando outras plantas (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

Os sintomas que as plantas apresentam são bem distintos e fáceis de identificar, os quais se manifestam na face inferior das folhas, com manchas amareladas de 1 a 3 mm de diâmetro, evoluindo-se muito rapidamente aumentando de tamanho gradativamente, há formação de pústulas circulares, pulverulentas, de coloração amarelo-alaranjado que são os uredósporos do fungo que podem ser disseminados pelo vento, insetos, homem, de planta para planta e principalmente pela água, sendo que a temperatura a 24°C é a ideal para que se inicie a germinação dos uredósporos e teliósporos, sendo este último, outro tipo de esporo do fungo. Os primeiros sintomas variam em função da temperatura, suscetibilidade das plantas e idade das folhas, podendo ocorrer em média 7 a 15 dias após a penetração e infecção do fungo nos tecidos foliares, esporulando na face inferior geralmente uma semana após. Nas folhas mais desenvolvidas, a colonização do fungo é dificultada pelas características dos tecidos do limbo foliar (Chaves et al., 1970).

Em lavouras infectadas pela doença, a desfolha (abscisão) é o sintoma mais característico que pode retardar o desenvolvimento das plantas e conseqüentemente comprometer sua produção. A ocorrência de desfolha antes da floração prejudica o desenvolvimento dos botões florais e da frutificação, caso ocorra desfolha durante o desenvolvimento dos frutos pode causar a formação de grãos anormais e defeituosos (Zambolim et al., 2002). Entretanto, quando as folhas apresentam um pequeno número de lesões, estas podem permanecer na planta, porém, a queda precoce das mesmas só ocorre quando a severidade das lesões é elevada.

No café arábica, suscetível à doença, uma única lesão pode causar a queda das folhas. No conilon, no entanto, mesmo com alta severidade, certos clones podem manter suas folhas. Apesar de relatada na literatura a infecção de frutos, pecíolos e brotações novas, estes sintomas não são geralmente observados no campo (BECKERRATERINK, 1991).

Para o controle da ferrugem, deve ser observado o efeito da carga pendente sobre o grau de ataque do patógeno. Isto se faz necessário devido a intensidade da desfolha provocada pela doença e influenciar de maneira direta na produção do ano seguinte. A evolução da enfermidade no campo é rápida, podendo atingir níveis superiores a 50% de infecção, o que ocasiona grandes perdas de produção nas lavouras. Porém, em anos de baixa produção, esses níveis não chegam a esses patamares. Assim, fica claro que em anos de elevada produção, observar estes índices acarretará um efeito negativo direto na produção do ciclo seguinte, pois o efeito da carga pendente é fator de grande influência na evolução da ferrugem e deve ser levada em consideração nos programas de controle (Ceplac, 2018).

No manejo da doença várias práticas são adotadas, como a utilização de clones e cultivares resistentes e essas medidas tem se tornado o método mais eficaz e econômico, para os produtores além de reduzir o uso de fungicidas e diminuir o risco de impactos ambientais. Porém, quando há necessidade da aplicação de fungicidas nas lavouras cafeeiras, esta deve ser após amostragem da área para que se possa ter certeza da real necessidade. Os fungicidas mais aplicados para o controle da ferrugem do cafeeiro, são os sistêmicos do grupo dos triazóis, mas, mesmo com o crescente aumento na utilização destes, que são aplicados via solo e folha, o uso de fungicidas cúpricos como protetores constitui uma alternativa de controle (ZAMBOLIM et al., 2002).

Para utilização de fungicidas cúpricos no controle da ferrugem do cafeeiro, deve-se observar a época de aplicação, sendo a maior eficiência obtida nas pulverizações realizadas antes do início e durante a estação chuvosa (CHAVES et al., 1970; ZAMBOLIM et al., 2002). O início das aplicações deve ser feito com base no monitoramento da doença, ocorrendo

geralmente em dezembro ou início de janeiro indo até março-abril, fazendo-se as aplicações com um intervalo de 30-40 dias (ZAMBOLIM et al., 1997; ZAMBOLIM et al., 2002). Quando se optar pelo uso de fungicidas sistêmicos em pulverizações, recomenda-se sempre aplica-los em alternância com fungicidas de contato (de preferência a base de cobre), a fim de reduzir a pressão de seleção exercida na população do patógeno (ZAMBOLIM et al., 1997).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Local do experimento

O experimento foi realizado na fazenda de café comercial (Lagoa Coffee Plantation - grupo NKG - fazendas brasileiras), no município de Santo Antônio do Amparo, no período de janeiro de 2016 a dezembro de 2017. A área central do experimento situa-se nas seguintes coordenadas geográficas: 20°53'26,04"S e 44°52'04,14"W e altitude média de 1100 m. O clima da região é do tipo Cwa, clima tropical úmido com inverno seco e verão temperado, segundo classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 19,6°C com precipitação média de 1.493mm.

A lavoura de cafeeiro pertence à espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí-99, foi implantada no ano de 2012 no espaçamento de 3,40 x 0,60 m. Os manejos adotados na área experimental foram conduzidos pela fazenda, de acordo com práticas agronômicas usuais, incluindo controle químico regular de plantas daninhas, doenças e pragas. A correção do solo com a aplicação de calcário seria realizada quando o mesmo apresentasse saturação por bases (V) < 60%. Em agosto de 2016, foi aplicado 1,16 toneladas ha<sup>-1</sup> de calcário com PRNT de 93% com base na análise de solo amostrada no ano de 2016.

Os fertilizantes utilizados nos tratamentos no fornecimento de N e os demais como: superfosfato triplo (SFT) e cloreto de potássio (KCl), foram aplicados sobre o solo na projeção da copa da planta de cafeeiro para dentro, sobre toda a superfície. Já os micronutrientes que apresentassem deficiência na análise de solo e análise foliar seriam aplicados via foliar juntamente com a aplicação dos produtos químicos. A exceção para aplicação foliar foi para o micronutriente boro (B), que se deficiente seria aplicado via solo juntamente com os produtos químicos utilizados no controle de pragas de solo.

### 3.2 Delineamento experimental

Foi adotada uma divisão de blocos casualizados, de 3 x 4 + 1, com 4 repetições, sendo, 3 fontes de N, (ureia convencional, ureia + NBPT e nitrato de amônio), 4 doses de nitrogênio: 150; 275; 400 e 525 kg ha<sup>-1</sup> de N, e um tratamento controle, sem adubação nitrogenada (Tabela 1), totalizando 52 parcelas.

O fornecimento de cloreto de potássio (KCl), superfosfato triplo (SFT) e micronutrientes (M) foram fornecidos na mesma dose para todos os tratamentos (Tabela1) de acordo com a CFSEMG 1999. O SFT não foi parcelado, o KCl parcelado em três vezes e os micronutrientes juntamente com os produtos químicos.

**Tabela 1 Descrição de tratamentos**

Tratamentos	Doses Kg ha <sup>-1</sup>	Fontes
T1	0	sem aplicação de N+ KCL + SFT + micronutrientes (M)
T2	150	100% NA + KCL + SFT + M
T3	275	100% NA + KCL + SFT + M
T4	400	100% NA + KCL + SFT + M
T5	525	100% NA + KCL + SFT + M
T6	150	100% ureia + KCL + SFT + M
T7	275	100% ureia + KCL + SFT + M
T8	400	100% ureia + KCL + SFT + M
T9	525	100% ureia + KCL + SFT + M
T10	150	100% (ureia + 30 mg Kg <sup>1</sup> de NBPT) + KCL + SFT + M
T11	275	100% (ureia + 30 mg Kg <sup>1</sup> de NBPT) + KCL + SFT + M
T12	400	100% (ureia + 30 mg Kg <sup>1</sup> de NBPT) + KCL + SFT + M
T13	525	100% (ureia + 30 mg Kg <sup>1</sup> de NBPT) + KCL + SFT + M

(1) Aplicação realizada em três parcelamentos sendo: 1/3 outubro; 1/3 dezembro e 1/3 fevereiro com intervalos de 40 dias. NA: nitrato de amônio; KCL: cloreto de potássio; SFT: superfosfato triplo; M: micronutrientes.

As parcelas experimentais constituintes de cada bloco foram compostas por 16 plantas, sendo úteis para as avaliações apenas as 10 centrais. Os blocos foram dispostos em uma linha (rua). Foi deixada uma linha (rua) de bordadura entre blocos.

### 3.2 Controle da ferrugem

O controle da ferrugem foi feito pela própria fazenda, utilizando-se os fungicidas e nas datas a seguir:

**Tabela 2** descrição das datas e dos fungicidas aplicados para o controle da ferrugem nos anos de 2016 e 2017.

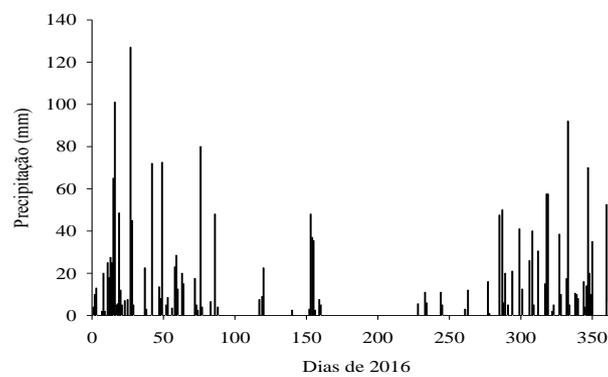
<b>DATA</b>	<b>I.A</b>	<b>DOSE/ha</b>	<b>MÉTODO</b>
<b>14/10/2016</b>	Hidróxido de cobre	1,7 Kg	Pulverização
<b>11/11/2016</b>	Imidacloprido + triadimenol	3,0 L	Pulverização
<b>02/12/2016</b>	Trifloxistobina + ciproconazol	0,4 L	Pulverização
<b>20/01/2017</b>	Trifloxistobina + ciproconazol	0,4 L	Pulverização
<b>23/02/2017</b>	Trifloxistobina + ciproconazol	0,4 L	Pulverização

### 3.3 Precipitação

Os dados de precipitação foram mensurados diariamente em todo período de realização do experimento por uma estação climatológica da própria fazenda, instalada próximo da área do experimento.

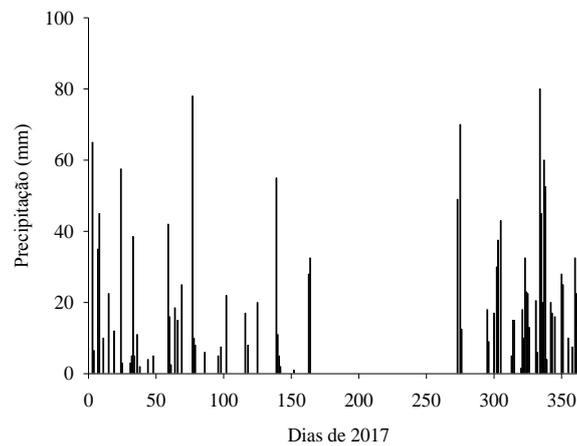
#### 3.3.1 Precipitação de 2016

**Figura 1.** Dados de precipitação referente aos meses de janeiro a dezembro de 2016.



#### 3.3.2 Precipitação de 2017

**Figura 2.** Dados de precipitação referente aos meses de janeiro a dezembro de 2017.



### 3.4 Avaliação da ferrugem do cafeeiro.

As avaliações da severidade e incidência da ferrugem do cafeeiro foram realizadas mensalmente com início em janeiro de 2016 a dezembro de 2017. Foram amostradas por meio não destrutivo, 12 folhas/planta no 3° ou 4° pares de folhas, nas 10 centrais de cada parcela. Para as avaliações foram utilizados quatro blocos nos primeiros meses e, depois utilizados apenas três, totalizando 52 e 39 respectivamente.

A incidência da ferrugem foi calculada de acordo com a equação:

$$I(\%) = \left( \frac{NFD}{NTF} \right) * 100$$

Portanto:

**I (%)** = incidência da ferrugem e da cercosporiose no cafeeiro

**NFD** = número de folhas doentes

**NTF** = número total de folhas amostradas

O resultado referente ao índice médio da incidência da doença nas 52 e 39 parcelas foi plotado em gráfico da curva de progresso da doença durante o período avaliado.

### 3.4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência da ferrugem não foi influenciada ( $p \leq 0,05$ ), pela interação fonte x doses, nem pelos fatores isolados.

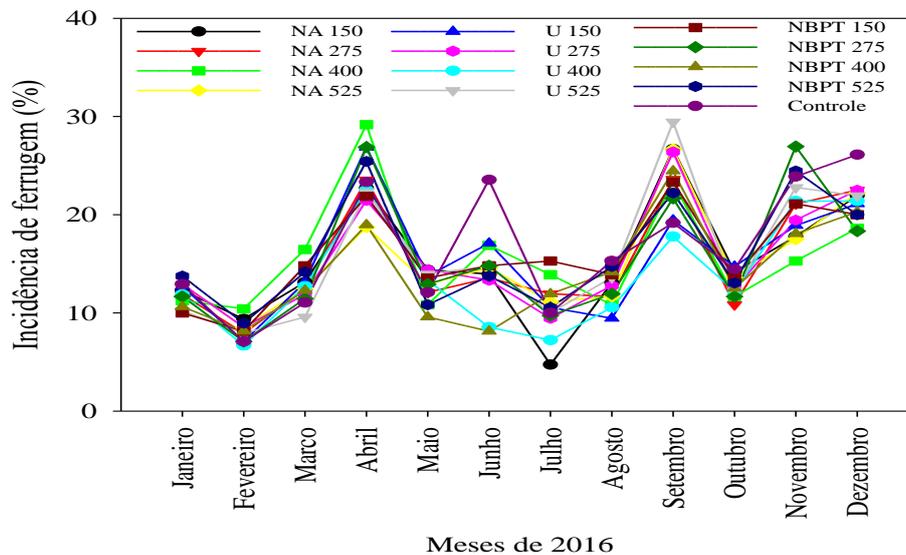
Após a realização das amostragens e análises das folhas foi possível observar o efeito das doses e fontes de nitrogênio sobre a incidência da ferrugem na área do experimento. O resultado referente ao índice de incidência da doença foi plotado em gráfico da curva de progresso da doença.

A curva de progresso mostra o comportamento da doença em relação às condições ambientais, virulência do patógeno e susceptibilidade do hospedeiro no período avaliado.

#### 4.1 Incidência de ferrugem (%) no ano de 2016

A Doença ocorreu com bastante variação entre as fontes e doses durante todo o período avaliado (figura 3). Porém, observou-se maior incidência nos meses de abril com valores de 19 a 29% setembro com 17 a 29% e novembro com 15 a 26%.

**Figura 3.** Curva de progresso da ferrugem ao longo de doze meses de 2016 para os seguintes tratamentos: 150, 275, 400 e 525 kg ha<sup>-1</sup> de nitrato de amônio, ureia, ureia com NBPT e um tratamento controle (sem adubação).



Em 2016, nos meses de janeiro a fevereiro a doença chegou a valores de 10 a 15% e de 6 a 11% respectivamente, período este que apresentou precipitação com elevados índices (Figura 1). De fevereiro até abril a doença começou a aumentar significativamente, atingindo o valor de 29% de incidência com o tratamento de 400 Kg/ha de nitrato de amônio, período em que a pluviosidade ainda contribuiu para o aumento na incidência da ferrugem (Figura 1).

O nitrogênio é um elemento que possui bastante mobilidade no solo e livre movimentação com a água das chuvas, principalmente na forma de nitrato, e isso é devido ao fato deste não ser retido pelas argilas por possuir carga negativa (Tisdale & Nelson, 1991). Esse fato também pode explicar o aumento na incidência da ferrugem em abril, pois durante as chuvas o nitrogênio pode ter lixiviado e com isso as plantas terem passado por uma deficiência do nutriente nesse período, o que às deixaram suscetíveis ao patógeno.

A partir de abril ocorreu uma queda acentuada na incidência da doença passando de 29% para 14% em agosto, durante esse período o aumento na incidência foi apenas no tratamento controle, isso devido ser uma parcela que não recebeu nenhum tratamento e com

isso seu estado nutricional a tornou suscetível ao ataque do patógeno. Plantas cultivadas em condições de deficiência de nitrogênio pode se tornar debilitadas, crescer lentamente e, conseqüentemente, se tornar suscetível aos patógenos (ZAMBOLIM e VENTURA, 1993).

De agosto a setembro a incidência da ferrugem aumentou consideravelmente atingindo o valor de 29% num período considerado não favorável à doença, devido à diminuição da precipitação no período (Figura 1), fato este que pode ser explicado devido à esporulação de áreas da folha já colonizadas anteriormente em épocas favoráveis ao agente patogênico. No início, os sintomas são pouco visíveis e a maior intensidade da doença é verificada a partir dos sinais, ou seja, da última fase do ciclo das relações patógeno-hospedeiro, sendo observada em maior intensidade nos meses com temperaturas adversas e baixa pluviosidade, a partir de maio (CUSTÓDIO et al., 2014).

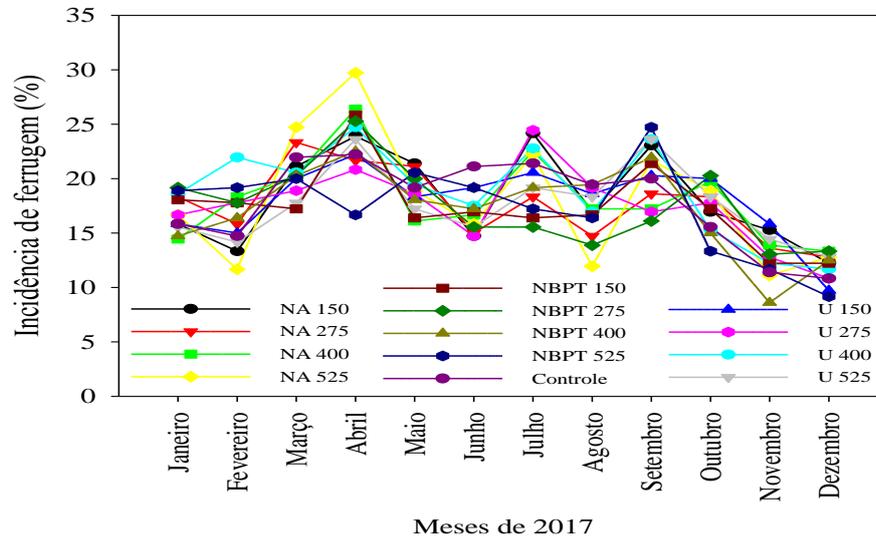
No entanto, nos períodos de seca as plantas absorvem menos nutrientes, deixando o patógeno com menor quantidade de alimento. Em sua tentativa de sobrevivência ele libera maior quantidade de esporos, para dispersar-se e infectar novos hospedeiros, e garantir a manutenção da sua espécie (POZZA; CARVALHO; CHALFOUN, 2010).

A partir de setembro houve uma queda acentuada chegando a 11% em outubro e novamente aumentando, chegando a 25% de incidência em dezembro no tratamento controle, onde as condições foram propícias ao patógeno devido a chegada das chuvas (Figura 1). Sob condições ambientais ideais, apenas uma pústula é necessária para desencadear a epidemia no campo (SCHIEBER, 1972).

#### **4.2 Incidência de ferrugem (%) no ano de 2017**

Em 2017, houve bastante variação na incidência da ferrugem entre as fontes e doses durante o período de avaliação (figura 4). No entanto, os meses com maiores incidências foram: abril com valores de 17 a 29%, julho com 16 a 24% e setembro com 17 a 25%.

**Figura 4.** Curva de progresso da ferrugem ao longo de doze meses de 2017 para os seguintes tratamentos: 150, 275, 400 e 525 kg ha<sup>-1</sup> de nitrato de amônio, ureia, ureia com NBPT e um tratamento controle (sem adubação).



Em 2017 a doença ocorreu com bastante variação durante todo o ano e em todas as parcelas, porém menos concentrada e com picos menores nos meses de maior incidência, ao contrário do que ocorreu em 2016.

De janeiro a abril os índices da doença foram crescentes passando de 14% em janeiro para 30% em abril e a fonte que mais se destacou nesse período foi o nitrato de amônio 525 Kg/ha, isso porque o nitrogênio possui alta mobilidade no solo, principalmente na forma de nitrato (NO<sub>3</sub>), pois não é retido pelas argilas (Tisdale & Nelson, 1991), o que pode ter contribuído para o aumento da doença devido sua lixiviação, já que o período em questão foi propício devido às condições climáticas com pluviosidade adequada para a penetração do fungo nas folhas do cafeeiro (Figura 2). A temperatura também é um fator que exerce papel fundamental no processo de infecção de *H. vastatrix*, sendo considerada de 22 a 24°C ótima para o patógeno (KUSHALAPPA; CHAVES,1980). A partir do mês de abril até setembro a doença teve uma diminuição moderada na sua incidência, atingindo valores médios de 22% neste período.

Entretanto, não houve interação significativa entre as fontes e doses de nitrogênio sobre a incidência da ferrugem do cafeeiro para os anos de 2016 e 2017.

## **5. CONCLUSÕES**

Mesmo com a variação na incidência da ferrugem no decorrer dos dois anos de avaliação, 2016 e 2017, não foram encontradas diferenças significativas quanto às fontes e doses de nitrogênio utilizadas.

O controle das doenças é realizado com muita eficiência pela propriedade onde o experimento foi instalado, por esse motivo a ferrugem não atingiu valores significativos de incidência durante os dois anos avaliados.

## REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas e máximas.** São Paulo: Agronômica CERES, 1993. 210 p.

\_\_\_\_\_. 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.

ABRAHÃO, S.A. **Qualidade da bebida e atividade antioxidante em in vivo e in vitro.** 2007.87f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BECKER-RATERINK, S. El sistema Coffea spp y Hemileia vastatrix. In: BECKERRATERINK, S.; MORAES, W. B. C.; QUIJANO-RICO, M. (Eds.) La roya del cafeto: conocimiento y control. Eschborn: GTZ, 1991, p. 2-63.

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.

CECAFE; disponível em < <https://www.cecafe.com.br/sobre-o-cafe/producao/> > Acesso em 19 abril 2019.

CEPLAC. Disponível em: acessado em outubro de 2018.

CFSEMG-COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **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.

CHAVES, G. M.; CRUZ FILHO, J.; CARVALHO, M. G.; MATSUOKA, K.; COELHO, D. J.; SHIMOYA, C. A.; Ferrugem do Cafeeiro (Hemileia vastatrix Berk. & Br.) Revisão de literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. Seiva. Viçosa, MG: v. 30, Edição Especial, p. 1-75, 1970.

CRIAREPLANTAR. **Café**, **2013**. Disponível em: <  
<http://www.criareplantar.com.br/agricultura/lerTexto.php?categoria=39&id=609>>. Acesso  
 em: 10 jan. 2019.

CUSTÓDIO, A. A. P. et al. Effect of center-pivot irrigation in the rust and brown eye spot of coffee. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 98, n. 7, p. 943-947, July 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.: il.

GRAHAM, R. D.; WEBB, M. J. micronutrients and diseases resistance and tolerance in plants. In: MORTVEDT, J. J. et al. (ed). **Meronutrients in agriculture**. Madson: Soil Science Society of America, 1991. P. 329-370.

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.

GUIMARÃES, R. J.; FRAGA, A. C.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, M. L. M.; PASQUAL, M.; CARVALHO, G. R. Efeitos da citocinina, giberelina e remoção do endocarpo na germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 390-396, maio/ jun. 1998.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Nutrição mineral do cafeeiro**. Lavras: Ed. UFLA, 1997. 70 p.

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G.; SOUZA, C.A.S. Produção de mudas de (saquinhos e tubetes), estacas, enxertia e cultura de tecidos. Legislação e aspectos práticos. In: GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A. N. G.; e SOUZA, C. A. S. Cafeicultura. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2002. p.139-159.

<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>

HUBER, D. M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (ed). **Plant disease: an advanced treatise**. New York: Academic 1980. p. 381-406.

JARVIS, W. R. **Managing diseases in greenhouse crops**. Saint Paul: APS, 1993. 288 p.

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, 1976. p. 215-217.

KUSHALAPPA, A. C.; CHAVES, G. M. An analysis of the development of coffee rust in the field. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 95- 103, fev. 1980.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas econômicas e máximas. São Paulo: Agronômica CERES, 1993. 210 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Fósforo, 1997. 238 p.

MARSCHNER, H. **mineral nutrition of higher plants**. New York: academic, 1995. 889 p.

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

MESQUITA, Carlos Magno de et al. **Manual do café: implantação de cafezais Coffea arábica L. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 50 p. il.**

OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.

POZZA, E. A.; CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Sintomas de injúrias causadas por doenças em cafeeiro. In: GUIMARAES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas semiologia do cafeeiro**. Lavras: Ed. UFLA, 2010. P. 68-106.

REIS, P. R. e CUNHA, R. L. (Ed.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: U. R. EPAMIG SM. 2010. v.1; 895p.

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.

**Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.1, p. 275-318, 1993.

SAES, M. S. M.; JAYO, M. Competitividade do sistema agroindustrial do café. In: FARINA, E.M.M.Q.; ZYLBERSZTAJN, D. **Competitividade no agribusiness brasileiro**. São Paulo: USP, p. 3, n. 9, 136 p. 1998.

SCHIEBER, E. Economic impact of coffee rust in Latin America. **Annual Review of Phythopatology**, Palo Alto, v. 10, p. 491-510, Sept. 1972.

SCHMIDT, H.C.; DE MUNER, L.H.; FORNAZIER, M.J. **Cadeia produtiva do café arábica da agricultura familiar no Espírito Santo**. Vitória: Incaper, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. **Fertilidad de los suelos y fertilizantes**. México, DF: LIMUSA, 1991. 760p.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; SANTANA, E. N.; MARTINS, M. V. V.; Diagnóstico e Manejo das Doenças do Cafeeiro Conilon (*Coffeacanephora*). In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G. & MUNER, L. H.; **Café Conilon**. 1ª Ed., pag453-497 – Vitória, ES: Incaper, 2007.

ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R., PEREIRA, A.A. & CHAVES, G.M. **Café (C. arabica L.)**. Controle de doenças. In: Vale, F.X.R. & Zambolim, L. (Eds.) **Controle de doenças de plantas. Grandes culturas**. Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa. Volume 1. 1997.

ZAMBOLIM, L., VENTURA, J.A. Resistência induzida pela nutrição de plantas.

ZAMBOLIM, L.; MARTINS, M. C. del P.; CHAVES, G. M. **Café**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 11, n. 131, p. 64-75, nov. 1985.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; COSTA, H.; PEREIRA, A.; CHAVES, G. M.; Epidemiologia e controle integrado da ferrugem do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.), **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 369-450.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro ( C. arábica e C. canéfora). In: KIMATI, H. et al. (Ed). **Manual de fitopatologia:** Doenças das plantas cultivadas. 4. Ed São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. V. 2, p 165-180.