

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA  
PÓS - GRADUAÇÃO EM SISTEMA DE PRODUÇÃO NÍVEL DE DOUTORADO

**RESPOSTA FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica*, L.)  
CV. CATUAI VERMELHO IAC 144, EM FUNÇÃO DE MODOS APLICAÇÃO E  
DOSES DE NITROGÊNIO.**

Engenheiro Agrônomo Danilo Marcelo Aires dos Santos

Ilha Solteira  
Maio de 2011

**DOUTORADO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**“RESPOSTA FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DO CAFEEIRO  
(*Coffea arabica*, L.) CV. CATUAI VERMELHO IAC 144, EM  
FUNÇÃO DE MODOS APLICAÇÃO E DOSES DE  
NITROGÊNIO.”**

**Danilo Marcelo Aires dos Santos**

**Orientador:** Prof. Dr. Enes Furlani Junior

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia -  
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para  
obtenção do título de Doutor em Agronomia.  
Especialidade: Sistemas de Produção

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

S237r Santos, Danilo Marcelo Aires dos.  
Resposta fisiológica e bioquímica do cafeeiro (*Coffea arábica*, L.) cv. Catuai Vermelho IAC 144, em função de modos aplicação e doses de nitrogênio / Danilo Marcelo Aires dos Santos. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2011  
102 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2011

Orientador: Enes Furlani Junior  
Inclui bibliografia

1. Café. 2. Cafeeiro – Adubação. 3. Adubação nitrogenada. 4. Plantas cultivadas – Fisiologia. 5. Bioquímica.

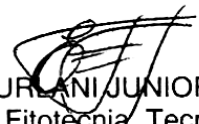
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** RESPOSTA FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICA DO CAFEIEIRO (Coffea arabica L.) CV. CATUAI VERMELHO IAC 144, EM FUNÇÃO DE MODOS APLICAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO

**AUTOR:** DANILO MARCELO AIRES DOS SANTOS

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR

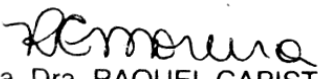
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA ,  
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. EDSON LAZARINI  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. JOSÉ LAÉRCIO FAVARIN  
Departamento de Produção Vegetal / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP

  
Prof. Dra. RAQUEL CAPISTRANO MOREIRA  
Consultoria Técnica / Petrobras Biocombustível

Data da realização: 03 de março de 2011.

## Dedico

Aos meus pais

*Jurandir Aires dos Santos*  
*Aparecida das Graças Affonso dos Santos*

Por terem acreditado no meu potencial,  
por nunca me abandonar e pelos  
ensinamentos nesta vida.

## Ofereço

*À*

*Daniel Henrique Aires dos Santos*  
*Denise Caroline Aires dos Santos*  
*Giulia Daniele de Oliveira Aires*  
*Benedito A. Baptista Affonso*  
*Eliane Pasquine Baptista Affonso*  
*Marcos César Ghiraldi*  
*Lusinete Ghiraldi*  
*Ana Paula de Oliveira Aires*

## *Agradecimentos*

A Deus por me oferecer às oportunidades.

Ao Prof. Dr. Enes Furlani Junior que desde 2002 está nessa jornada comigo, e em todos esses anos sendo um grande amigo.

Aos meus familiares.

A Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Campus de Ilha Solteira-SP, .  
Coordenação e aos professores do Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de realização deste curso.

A FAPESP pela concessão da bolsa de estudos e apoio institucional.

Aos Prof. Dr. Orivaldo Arf, Prof. Dr. Edson Lazarini, Prof. Dr. Marcelo Andreotti, Prof. Dr. Antonio César Bolonhezi, Prof. Dr. Salatiér Buzetti, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Kuniko Iwamoto Haga, Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá, Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Maria M. de Castilho, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Aparecida Anselmo Tarsitano.

A todos meus amigos em especial a Danila Comelis Bertolin, Flavio Ferreira da Silva Binotti, Eliana Duarte Cardoso, Cristiane Duarte Cardoso, Jose Aparecido Jorge Junior, Renato Pimentel, Gustavo Bueno, Rayner S. Barbieri, Anne Lize Marangoni, Heloisy Marangoni, Marianna. Bürgel, Mariana R. Durigan, Gabriela Palú, Aline N. Suzuki, Jorge Sakamo Filho, João Édino Rossetto, Ligia T. Frattini, Márcia Helena Scabora, Renata Moura, José Álvaro Sardelli, Alavaro Salles, Cristiano Bertulluci Silveira, Marcelo Y. Motoki, , Samuel Ferrari, João Vitor Ferrari, Vanessa Alpe, Janaina Fabris Marinho, Ana Paula Luques Portugal-Gouvêa

Aos colegas de curso.

A todos que trabalharam comigo, Samuel Ferrari, Marcio Lustosa, Taina Alessandra Madeira, André Rodrigues dos Reis, João Vitor Ferrari, Vanessa Alpe, Heloisy Marangoni, Janaina Fabris Marinho, Ana Paula Luques Portugal-Gouvêa, Alexandre Marques da Silva, Simone , Selma Maria Bozzite de Moraes, Simone Aparecida de Oliveira, Circélia dos Santos P. Souza Caetano, Sidival Antunes de Carvalho

A Faculdade de Engenharia Campus de Ilha Solteira e todos seus funcionários.

**Muito OBRIGADO!**

“....Eu só levo a certeza  
De que muito pouco sei,  
Ou nada sei...”

...Cada um de nós compõe a sua  
historia  
Cada ser em si  
Carrega o dom de ser capaz  
De ser feliz....”  
( Almir Sater e Renato Teixeira)

## RESUMO

Existem várias recomendações para se fazer a adubação nitrogenada, que se mal manejada traz vários problemas para a cultura e para o ambiente. Deste modo o trabalho objetivou avaliar os efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio no crescimento da planta, características tecnológicas e bioquímicas das sementes, teor foliar de nutrientes, teor de clorofila, atividade da enzima Redutase Nitrato, leitura SPAD e produtividade e determinar uma curva de recomendação da adubação nitrogenada com base na leitura SPAD, em cafeeiro em formação cv. Catuaí Vermelho, linhagem IAC 144.

O presente trabalho foi instalado em uma área experimental na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira UNESP/FE, localizada no município de Selvíria-MS. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso no esquema fatorial 5x3 com: a- doses crescentes de N (0, 50, 150, 250 e 350 kg ha<sup>-1</sup> de N); b- sistemas de parcelamento da adubação nitrogenada (aplicação única em dezembro; parcelado em duas vezes – novembro e dezembro e parcelado em três vezes – novembro, dezembro e janeiro). Pode – se concluir que as doses crescentes de N aumentaram os teores de N, Ca, Mn, Cu, a atividade enzimática da RN, índice SPAD nas regiões medianas e basais, teste de tetrazólio, germinação e massa de 100 grãos, o medidor portátil de clorofila pode estimar a necessidade de N a ser aplicado.

**Palavras-chaves:** *Coffea arábica*. Adubação nitrogenada. Fisiologia. Bioquímica.

## ABSTRACT

There are several recommendations for making nitrogen fertilizer, which barely managed to bring several issues to culture and the environment. Thus the study aimed to evaluate the effects of doses and times of nitrogen application on plant growth, technological and biochemical characteristics of seeds, foliar nutrients, chlorophyll content, nitrate reductase enzyme activity, productivity and SPAD readings and determine a curve of nitrogen fertilizer recommendation based on SPAD readings in coffee training cv. Catuaí, IAC 144. This work was installed in an experimental area in the Farm Research and Education, Faculty of Engineering of Ilha Solteira FEIS / UNESP, located in Selvíria-MS, with geographic coordinates 20 ° 20 'South Latitude and 51 ° 24' West Longitude and average altitude of 344m. The climate according to Köppen, Aw is defined as tropical humid with rainy summer and dry in winter. Presents annual average temperature of 24.5 ° C, average annual rainfall of 1.232mm and annual relative humidity of 64.8% (Hernandez et al., 1995). The experimental design was randomized block in factorial arrangement 5x3 with: a-increasing doses of N (0, 50, 150, 250 and 350 kg N ha<sup>-1</sup>) b-systems of split nitrogen fertilization (application only in December, divided in twice - in November and December and parceled out in three times - in November, December and January). It may be concluded that increasing doses of N increased the concentration of Ca, Mn, Cu, the enzyme activity of NR, SPAD index in middle and basal regions, tetrazolium, germination and grain weight of 100, the portable meter chlorophyll can estimate N needs to be applied.

**Keywords:** *Coffea Arabica*. Nitrogen fertilization. Physiology. Biochemistry



## LISTAS DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Precipitação pluvial mensal e Temperaturas média mensal, no período de janeiro a dezembro de 2006. Selvíria-MS.....26
- FIGURA 2.** Precipitação pluvial mensal e Temperaturas média mensal, no período de janeiro a dezembro de 2007. Selvíria-MS.....26
- FIGURA 3.** Precipitação pluvial mensal e Temperaturas média mensal, no período de janeiro a dezembro de 2008. Selvíria-MS.....27
- FIGURA 4.** Precipitação pluvial mensal e Temperaturas média mensal, no período de janeiro a dezembro de 2009. Selvíria-MS.....27
- FIGURA 5.** Estimativa da recomendação nitrogenada com base nas leituras SPAD de clorofila para cafeeiro cv. Catuaí Vermelho, para região de Selvíria – MS a curva obtida por Reis et al. (2006), para Catuaí Vermelho na região de Sud Mennucci – SP.....72

## LISTAS DE TABELAS

- TABELA 1** - Resultado da análise química do solo no município de Selvíria - MS 2006.....28
- TABELA 2** - Análise de incremento médio mensal (%) em altura de planta, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas em função de doses de nitrogênio em cafeeiro, modos de aplicação, 2006-2007, Selvíria – MS.....38
- TABELA 3** - Valores do Incremento em porcentagem de diâmetro do caule, altura, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas, em função das épocas de avaliação, 2006-2007, Selvíria – MS.....39
- TABELA 4** - Análise de incremento médio mensal (%) em altura de planta, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas em função de doses de nitrogênio em cafeeiro, modos de aplicação, 2007-2008, Selvíria – MS.....40
- TABELA 5** – Valores do Incremento em porcentagem de diâmetro do caule, altura, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas, em função das épocas de avaliação, 2007-2008, Selvíria – MS.....41
- TABELA 6** - Análise de incremento médio mensal (%) em altura de planta, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas em função de doses de nitrogênio em cafeeiro, modos de aplicação, 2008-2009, Selvíria - MS.....42
- TABELA 7** – Valores do Incremento em porcentagem de diâmetro do caule, altura, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas, em função das épocas de avaliação, 2008-2009, Selvíria – MS.....43
- TABELA 8** - Valores médios dos teores foliares ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de, N, P, K, Ca, Mg, S obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. 2006-2007.....44
- TABELA 9** - Valores de médios de S em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N (2006/2007).....45

<b>TABELA 10</b> - Valores médios dos teores foliares ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de, N, P, K, Ca, Mg, S obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. 2007-2008.....	46
<b>TABELA 11</b> - Valores médios dos teores foliares ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de, N, P, K, Ca, Mg, S obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. 2008-2009.....	47
<b>TABELA 12</b> - Valores de médios de S em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N (2008/2009).....	48
<b>TABELA 13</b> - Valores médios dos teores foliares ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de, Mn, Zn, Fe, e Cu obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2006-2007).....	49
<b>TABELA 14</b> - Valores de médios de Fe em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	50
<b>TABELA 15</b> - Valores médios dos teores foliares ( $\text{mg. kg}^{-1}$ ) de, Mn, Zn, Fe, e Cu obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008).....	50
<b>TABELA 16</b> - Valores médios dos teores foliares ( $\text{mg. kg}^{-1}$ ) de, Mn, Zn, Fe, e Cu obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2008/2009).....	51
<b>TABELA 17</b> - Valores médios de Clorofila a, clorofila b, Clorofila total ( $\mu\text{g, mL}^{-1}$ ) em três regiões da planta, ápice, mediana e basal, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2006/2007).....	52
<b>TABELA 18</b> - Valores Clorofila a ( $\mu\text{g, mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N(2006/2007).....	53
<b>TABELA 19</b> - Valores Clorofila b ( $\mu\text{g, mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	53
<b>TABELA 20</b> - Valores Clorofila total ( $\mu\text{g, mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	54
<b>TABELA 21</b> - Valores médios de Clorofila a, clorofila b, Clorofila totais ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) da planta obtidos nos tratamentos de doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008).....	55
<b>TABELA 22</b> - Valores Clorofila a ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).....	56
<b>TABELA 23</b> - Valores Clorofila b ( $\mu\text{g, mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).....	57

<b>TABELA 24</b> - Valores Clorofila total ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).....	58
<b>TABELA 25</b> - Valores médios de Clorofila a, clorofila b, Clorofila total, ( $\mu\text{g, mL}^{-1}$ ) da planta, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação (2008/2009).....	59
<b>TABELA 26</b> - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, apical, mediana e basal, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2006/2007).....	60
<b>TABELA 27</b> - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, apical, mediana e basal, em função das épocas de avaliação, 2006-2007.....	61
<b>TABELA 28</b> - Valores de médios do índice SPAD na Região apical em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	62
<b>TABELA 29</b> - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, ápice, mediana e basal, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008).....	63
<b>TABELA 30</b> - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, apical, mediana e basal, em função das épocas de avaliação, 2007-2008.....	64
<b>TABELA 31</b> - Valores do desdobramento da interação Índice SPAD na região apical da planta, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008).....	64
<b>TABELA 32</b> - Valores da interação Índice SPAD na região basal da planta, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008).....	65
<b>TABELA 33</b> - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, ápice, mediana e basal, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2008/2009).....	66
<b>TABELA 34</b> - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, apical, mediana e basal, em função das épocas de avaliação, 2008-2009.....	67
<b>TABELA 35</b> - Valores da interação Índice SPAD na região basal da planta, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2008/2009).....	67
<b>TABELA 36</b> - Valores médios do índice SPAD, em três posições na planta, em função da aplicação de doses de N e modos de aplicação no cafeeiro. Selvíria-MS, anos agrícolas 2007/08 e 2008/09 para o mês de fevereiro.....	68

<b>TABELA 37-</b>	Valores médios do índice SPAD, em três posições na planta, em função da aplicação de doses de N e modos de aplicação no cafeeiro. Selvíria-MS, anos agrícola 2007/08 e 2008/2009 para o mês de novembro.....	69
<b>TABELA 38 -</b>	Valores médios da atividade enzimática Redutase Nitrato ( $\mu$ moles de $\text{NO}_2^-/\text{g.hora}$ ) obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação, para os anos agrícolas, 2006-2007, 2007-2008 e 2008-2009.....	70
<b>TABELA 39 -</b>	Valores de médios de WSP, açúcar livre (al), Amido (am), aminoácidos (aa), proteína (prot) em mg e lipídeos ( $\text{g. mg}^{-1}$ ) em função das doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	73
<b>TABELA 40 -</b>	Valores de médios de aminoácido em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	74
<b>TABELA 41 -</b>	Valores de médios de proteína em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	75
<b>TABELA 42 -</b>	Valores de médios de lipídeos em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	76
<b>TABELA 43 -</b>	Valores de médios de WSP, açúcar livre (al), Amido (am), aminoácidos (aa), proteína (prot) em mg e lipídeos ( $\text{g. mg}^{-1}$ ) em função das doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).....	77
<b>TABELA 44 -</b>	Valores de médios de WSP, açúcar livre (al), Amido (am), aminoácidos (aa), proteína (prot) em mg e lipídeos ( $\text{g. mg}^{-1}$ ) em função das doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).....	78
<b>TABELA 45 -</b>	Valores de médios de WSP em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).....	79
<b>TABELA 46 -</b>	Valores de médios de aminoácidos em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009). .....	80
<b>TABELA 47 -</b>	Valores de médios de massa de 100 grãos (g), condutividade elétrica ( $\text{uS/cm/g}$ ), tetrazólio e germinação (%) em função das doses e modos de aplicação de N.(2006/2007).....	81
<b>TABELA 48 -</b>	Valores de médios de massa de 100 grãos em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	82
<b>TABELA 49 -</b>	Valores de médios de condutividade elétrica em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	83
<b>TABELA 50 -</b>	Valores de médios de Tetrazólio (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	84

<b>TABELA 51</b> - Valores de médios de germinação (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).....	85
<b>TABELA 52</b> - Valores de médios de massa de 100 grãos (g), condutividade elétrica (uS/cm/g), tetrazolio e germinação (%) em função das doses e modos de aplicação de N.(2007/2008).....	86
<b>TABELA 53</b> - Valores de médios de tetrazolio (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).....	87
<b>TABELA 54</b> - Valores de médios de germinação (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).....	88
<b>TABELA 55</b> - Valores de médios de massa de 100 grãos (g), condutividade elétrica (uS/cm/g), tetrazolio e germinação (%) em função das doses e modos de aplicação de N.(2008/2009).....	89
<b>TABELA 56</b> - Valores de médios de massa de 100 sementes em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).....	90
<b>TABELA 57</b> - Valores de médios condutividade elétrica (uS/cm/g) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).....	91
<b>TABELA 58</b> - Valores de teste de Tetrazólio (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).....	92
<b>TABELA 59</b> - Valores médios da produtividade (kg. ha <sup>-1</sup> ) obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro beneficiadoe modos de aplicação dos anos agrícolas 2006-2007, 2007-2008 e 2007-2008.....	93

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Importância da Cultura do Café.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Desenvolvimento da Planta de Café.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Adução Nitrogenada.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Medidor Portátil de Clorofila, Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development).....</b>	<b>20</b>
<b>2.5</b>	<b>Atividade Enzimática da Redutase Nitrato.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6</b>	<b>Composição Químicas dos Grãos de Café.....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E METODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização Do Experimento.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>Precipitação e Temperatura para Selvíria – MS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3</b>	<b>Características Do Solo.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>Delineamento Experimental.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5</b>	<b>Instalação Do Experimento.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6</b>	<b>Avaliações realizadas.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6.1</b>	<b><i>Altura de planta (H).....</i></b>	<b><i>29</i></b>
<b>3.6.2</b>	<b><i>Diâmetro do caule (DC).....</i></b>	<b><i>30</i></b>
<b>3.6.3</b>	<b><i>Número de ramos plagiotrópicos (NRP).....</i></b>	<b><i>30</i></b>
<b>3.6.4</b>	<b><i>Comprimento do ramo (CP).....</i></b>	<b><i>30</i></b>
<b>3.6.5</b>	<b><i>Número de pares de folhas (NPF).....</i></b>	<b><i>30</i></b>
<b>3.6.6</b>	<b><i>Produtividade.....</i></b>	<b><i>31</i></b>
<b>3.6.7</b>	<b><i>Determinação de macro e micronutrientes.....</i></b>	<b><i>31</i></b>
<b>3.6.8</b>	<b><i>Clorofila a, Clorofila b, Clorofila Total.....</i></b>	<b><i>31</i></b>
<b>3.6.9</b>	<b><i>Leituras SPAD de clorofila (Leituras indiretas do clorofilômetro SPAD-502).....</i></b>	<b><i>32</i></b>
<b>3.6.10</b>	<b><i>Atividade da enzima redutase do nitrato (NR).....</i></b>	<b><i>32</i></b>
<b>3.6.11</b>	<b><i>Extração Proteína solúvel total.....</i></b>	<b><i>32</i></b>
<b>3.6.12</b>	<b><i>Extração de aminoácidos e carboidratos.....</i></b>	<b><i>33</i></b>
<b>3.6.13</b>	<b><i>Extração de Lipídeos.....</i></b>	<b><i>34</i></b>
<b>3.6.14</b>	<b><i>Teste de tetrazólio.....</i></b>	<b><i>35</i></b>

3.6.15	<i>Massa de 100 grãos</i> .....	35
3.6.16	<i>Teste de Germinação</i> .....	35
3.6.17	<i>Teste de Condutividade Elétrica</i> .....	36
3.7	<b>Análise Estatística</b> .....	36
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	37
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	94
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	95



## 1 INTRODUÇÃO

A adubação é um dos vários fatores que influenciam na produção das culturas, sendo que dentre os adubos utilizados o nitrogênio é um dos mais complicado de ser manejado devido a sua alta exigência em estádios definidos do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das culturas e também a perda por lixiviação. Existem várias recomendações para se fazer a adubação nitrogenada, que se mal manejada traz vários problemas para a cultura e para o ambiente.

O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pelas culturas, tendo inúmeras funções, como estimular a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, aumentar a vegetação, o perfilhamento e os teores de proteínas. Além disso, é componente estrutural de aminoácidos e proteínas, bases nitrogenadas e ácidos nucléicos, enzimas, coenzimas e vitaminas, pigmentos e outros produtos secundários (MALAVOLTA et al. 1997).

O nitrogênio absorvido pelas plantas podem ser quantificados quimicamente e também pelo medidor portátil de clorofila, o qual realiza leituras instantâneas sem necessidades de destruição da folha, surgindo como nova ferramenta para avaliar o nível de N na planta. As leituras efetuadas por este equipamento indicam valores proporcionais de clorofila na folha e são calculadas com base na quantidade de luz transmitida pela folha em dois comprimentos de ondas com distintas absorbâncias de clorofila. No entanto, por se tratar de uma técnica nova, apresenta limitações, tais como: pouca amplitude entre as leituras, influência sobre as leituras de outros fatores além do N. Apesar das limitações apresentadas, a utilização do parâmetro teor de clorofila, apresenta grande potencial como indicador para a recomendação de adubação nitrogenada, principalmente se associado a indicadores de solo (ARGENTA et al., 2001).

É relevante ressaltar que o papel dos nutrientes é fundamental na formação das sementes, principalmente no que diz respeito à constituição das membranas e acúmulo de carboidratos, lipídios e proteínas. As funções de ativação enzimática, síntese, transferência de energia e regulação hormonal são características fundamentais do aspecto de formação, desenvolvimento e maturação das sementes e assim, tanto micro como macronutrientes apresentam importância similar nesses eventos. Se os efeitos dos nutrientes na qualidade fisiológica das sementes em muitos trabalhos não são tão pronunciados, as deficiências geralmente se mostram marcantes, de forma que, se nutrições adequadas aumentam significativamente a produção e qualidade das sementes em níveis superiores, estas devem ser recomendadas (SÁ, 1994).

O parcelamento das aplicações de fertilizantes químicos lixiviáveis, especialmente os nitrogenados, é largamente recomendado para diversas culturas, como recurso para reduzir as perdas dos nutrientes, assegurando maior disponibilidade às plantas durante o ciclo de desenvolvimento, quando estas atingem estádios máximos de absorção e transformação metabólica (CERVELINI et al., 1986).

As sementes de modos geral, contêm grande número de proteínas, entre elas as proteínas de reserva, albuminas, globulinas, glutelinas e prolaminas. Os cereais normalmente possuem mais glutelinas e prolaminas, e as leguminosas contêm principalmente globulinas e albuminas. As proporções entre esses tipos de proteína variam de acordo com a adubação nitrogenada e espécie vegetal (FERRI, 1993).

Do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio no crescimento da planta, características tecnológicas e bioquímicas das sementes, teor foliar de nutrientes, teor de clorofila, atividade da enzima Redutase Nitrato, leitura SPAD e produtividade e determinar uma curva de recomendação da adubação nitrogenada com base na leitura SPAD, em cafeeiro em formação cv. Catuaí Vermelho , linhagem IAC 144.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância da Cultura do Café

O Brasil é o maior produtor mundial de café. Desde sua chegada ao país, em 1727, o café foi o maior gerador de riquezas e o produto mais importante da história nacional. Hoje, o café continua sendo um importante gerador de divisas (US\$ 2 bilhões anuais, ou 26 milhões de sacas exportadas ao ano), contribuindo com mais de 2% do valor total das exportações brasileiras, e respondendo por mais de um terço da produção mundial. Um mercado ainda em franca expansão, cujo agronegócio gera, no mundo todo, recursos da ordem de 91 bilhões de dólares ao comercializar os 115 milhões de sacas que, em média, são produzidos. A atividade envolve, ainda, meio bilhão de pessoas da produção ao consumo final (8% da população mundial) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2009).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB a safra de café beneficiado no País em 2009/10, fechou com uma produção de 48,09 milhões de sacas de 60 quilos. O resultado representa um acréscimo de 21,9% ou 8,62 milhões de sacas, quando comparado com a produção de 39,47 milhões de sacas obtidas na safra 2009. Tal crescimento é justificado pelo ano de bienalidade positiva, aliado às condições climáticas favoráveis durante o ciclo da cultura. O maior acréscimo se dará na produção de café arábica, estimada em 36,72 milhões de sacas, o que representa um ganho sobre a safra anterior de 27,2%, (7.958,1 mil sacas). Para a produção do *C. canephora* a previsão indica um volume de 11,27 milhões de sacas, ou seja, crescimento de 6,3% (666,3 mil sacas)

### 2.2 Desenvolvimento da Planta de Café

O cafeeiro, espécie *Coffea arabica*, é uma planta que leva dois anos para completar o ciclo fenológico. No primeiro, formam-se os ramos vegetativos, com gemas axilares nos nós, durante os meses de dias longos. A partir de janeiro, quando os dias começam a encurtar, as gemas vegetativas axilares são induzidas por fotoperiodismo em gemas reprodutivas (GOUVEIA, 1984, citado por CAMARGO, 2001).

Rena e Maestri (1986), publicaram estudo sobre a fisiologia do café e definiram o cafeeiro como um arbusto de crescimento contínuo, possui dimorfismo de ramos, apresentando ramos ortotrópicos, que crescem verticalmente e ramos plagiotrópicos, que crescem horizontalmente, sendo que no segundo é onde surgem flores e frutos.

### 2.3 Adubação Nitrogenada

As plantas superiores são capazes de absorver o nitrogênio sob diferentes formas: aminoácidos, amônio e, predominantemente, sob a forma de nitrato. Quando se utiliza o adubo na forma amoniacal, além da acidez gerada na reação de nitrificação, a própria absorção do íon amônio libera prótons  $H^+$  no meio, provocando um abaixamento do pH. A absorção do nitrato pelas plantas provoca um aumento de concentração de ácidos orgânicos, como ácido málico, funcionando como um mecanismo de neutralização. O nitrogênio protéico é a maior fração existente no tecido vegetal, correspondendo em torno de 80 a 85% do N total (FLOSS, 2008).

Em cada 100g de proteína há 16,5% de nitrogênio. Assim, sementes com altos teores de proteína são grandes exportadores de nitrogênio. Além de ser constituinte dos aminoácidos protéicos e livres, o nitrogênio está presente em outros compostos nitrogenados importantes. Destaque-se a formação de bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas), constituintes dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), perfazendo em torno de 10% (FLOSS, 2008).

A assimilação de nutriente – em particular do nitrogênio – requer uma série complexa de reações bioquímicas, que estão entre as reações de maior demanda energética dos organismos vivos. Na assimilação do nitrato ( $NO_3^-$ ), o nitrogênio desse composto é convertido em uma forma mais energética, o nitrito ( $NO_2^-$ ) e, então, em uma forma ainda mais energética, o amônio ( $NH_4^+$ ), e finalmente em nitrogênio-amida da glutamina. (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Por ano agrícola recomenda-se para o café a aplicação de até  $450 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N, sendo que as doses do nutriente são determinadas através do teor foliar do elemento com relação a produtividade esperada. (RAIJ et al. 1996)

Martins (1981), relatou que o aproveitamento do fertilizante pela planta de café está relacionando com efeito de doses e parcelamentos e Küpper, (1976) comenta que a época de aplicação é fundamental para a melhor absorção do nutriente pela planta.

Viana e Miguel (1987) aplicaram adubo contendo N e K em três parcelamentos, em quantidades iguais, numa dose contendo 20% da quantidade do adubo na primeira aplicação, 30% na segunda e 50% na terceira, no início e no fim das chuvas não encontrando diferenças na produção com relação ao tipo de fracionamento da dose.

Bartholo et al. (2003) comentam trabalhos que parcelamentos das adubações com aplicações iniciais no período de florescimento do cafeeiro não têm promovido incrementos na produção. Isso, em parte, pode ser explicado pela insuficiência de água no solo, de modos a permitir o desencadeamento das reações necessárias para que os nutrientes passem a fazer parte da solução do solo, ficando disponíveis para as plantas. Os mesmos autores citam que Matiello et al. (1983), quando aplicaram adubo nitrogenado em agosto, não obtiveram o desejado. O mesmo ocorre com as adubações tardias, quando os nutrientes são adicionados ao solo, não surtindo os efeitos esperados na produção, principalmente em virtude de os frutos já terem atingido o pleno desenvolvimento e iniciando a partir daí a fase de maturação, período em que o acúmulo de nutrientes começa a decrescer (MIGUEL, 1978; MORAES et al., 1978).

Os estudos relacionados à adubação nitrogenada têm sido temas de uma série de trabalhos desenvolvidos nos últimos anos, não somente nas chamadas culturas anuais, como também em culturas perenes como é o caso do café.

O fornecimento adequado de nutrientes contribui, de forma significativa, tanto no aumento da produtividade quanto no custo de produção. Nesta situação, a otimização da eficiência nutricional é fundamental para ampliar a produtividade e reduzir o custo de produção. Assim, entre os fatores que afetam a absorção e a utilização de nutrientes pelas plantas se enquadram as diferentes regiões, havendo, portanto, a necessidade de se pesquisar a eficiência no uso de nutrientes em várias regiões produtoras de café arábica.

#### **2.4 Medidor Portátil de Clorofila, Índice SPAD (Soil Plant Analysis Development)**

O medidor de clorofila SPAD-502, desenvolvido pela Minolta no Japão fornece leituras que correspondem ao teor do pigmento presente na folha. Os valores são calculados com base na quantidade de luz transmitida pela folha em duas regiões de comprimento de onda nas quais a absorção de clorofila é diferente (MINOLTA, 1989).

As regiões de picos de absorbâncias da clorofila são o azul e o vermelho. As de baixa absorbância situam-se nas regiões do verde e as de absorbância extremamente baixa na região

do infravermelho Hendry (1993). Em função disto, os comprimentos de ondas escolhidos para medição do teor de clorofila, ou índice de esverdeamento, situam-se na faixa do vermelho, em que a absorvância é extremamente baixa. De acordo com estudos realizados pela Minolta (1989), citado por Waskon (1996) o medidor de clorofila possui diodos que emitem luz a 650nm (vermelho) e a 940nm (infravermelho). A luz em 650nm situa-se próxima dos dois comprimentos primários de ondas associados à atividade da clorofila (645 e 663nm). O comprimento de onda de 940nm serve como referência interna para compensar diferenças na espessura ou conteúdo de água da folha ou diferenças que se deve a outros fatores.

A luz que passa através da amostra da folha atinge um receptor (fotodiodo de silicene) que converte a luz transmitida em sinais elétricos analógicos. Através do conversor A/D, estes sinais são amplificados e convertidos em sinais digitais Minolta, (1989) e são usados por um microprocessador para calcular os valores SPAD (Soil Plant Analysis Development), que são mostrados num visor. Os valores obtidos têm relação proporcional ao teor de clorofila presente na folha. Alguns pesquisadores têm demonstrado a existência de relação entre índice de esverdeamento e teor de clorofila na folha em cereais (DWYER et al., 1995).

O instrumento tem sido usado para avaliar o teor de N da folha, visto que clorofila e nitrogênio se correlacionam positivamente. A partir dessa avaliação podem ser feitos ajustes nas doses de N a usar na mesma cultura ou na seguinte. Porém deve-se deixar claro que o clorofilômetro SPAD-502 mede, na verdade, intensidade maior ou menor de cor verde.

Segundo Argenta et al. (2001) para se utilizar o aparelho exige-se algumas condições que são as seguintes: a única variável influenciando o teor de clorofila deve ser o N foliar, convém lembrar que quase todas as deficiências e alguns excessos de nutrientes causam clorose.

São citadas as seguintes vantagens do uso do medidor de clorofila: a leitura que indica o teor de N adequado (ou nível crítico) não é afetada pelo consumo de luxo do elemento em questão, pois a planta não produz clorofila além do que necessita, mesmo quando em presença de excesso de nitrogênio; não é necessário mandar amostra para o laboratório, economia de tempo e dinheiro; o agricultor ou o técnico pode amostrar quantas vezes desejarem sem destruir a folha; o monitoramento do verde da folha pode sinalizar a aproximação de uma deficiência de N bastante cedo para impedir que apareça fazendo-se adubação nitrogenada.

Segundo estudos realizados por Varvel et al. (1997); Blackmer e Schepers (1995) afirmam que, o desenvolvimento do medidor portátil de clorofila para a realização de leituras

instantâneas do seu teor na folha, sem haver necessidade de sua destruição, surge como nova ferramenta para avaliação do nível de N nas plantas.

Na cultura do milho, a relação entre o teor de N na folha e o rendimento de grãos já está bem estabelecida (WASKOM et al., 1996). No entanto, o consumo de luxo deste nutriente pela planta sob forma de nitrato, pode resultar em concentração bem acima do nível adequado. Os teores de clorofila da folha também se correlacionam com o teor de N na planta (SCHADCHINA; DMITRIEVA, 1995) e com o rendimento das culturas (PIEKIELEK; FOX, 1992; SMEAL; ZHANG, 1994). Esta relação entre leituras de clorofila e N foliar é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas serem integrante de enzimas (CHAPMAN; BARRETO, 1997) que estão associadas aos cloroplastos (STOCKING; ONGUN, 1962). Blackmer e Schepers (1995) afirmam que, a vantagem da medição do teor de clorofila é a de não ser influenciada pelo consumo de luxo de N pela planta, sob forma de nitrato. Por apresentar baixa sensibilidade ao consumo de luxo de N, a medição efetuada pelo medidor de clorofila está sendo considerada melhor indicadora do nível deste nutriente na planta do que o seu teor. No entanto, Schröder et al. (2000) afirmam que um indicador ideal deve prever deficiência e excesso de N, pois o excesso de N pode causar danos ao meio ambiente e aumento no custo de produção.

Apesar da existência de algumas limitações, existem outras perspectivas de uso do teor relativo de clorofila, além da sua utilização no manejo de N nos cereais, como: integração de medidas de solo (teor de matéria orgânica, N disponível) com as leituras SPAD para refinar as recomendações de adubação nitrogenada (WASKOM et al., 1996).

Segundo Waskom et al. (1996) a maior limitação da utilização do teor de clorofila na folha como indicador do nível de N em cereais é que este ainda não prediz quanto de adubação nitrogenada suplementar deverá ser aplicada. Por outro lado, os indicadores de solo também não predizem com segurança quando este nutriente deverá ser aplicado (SCHRÖDER et al., 2000). Deste modos, fica evidente a necessidade da integração de indicadores de N (solo e planta) para aumentar a precisão da recomendação de adubação nitrogenada.

## **2.5 Atividade da Redutase Nitrato**

A redutase do nitrato (RN) é considerada enzima chave na regulação do metabolismo do N, já que o nitrato absorvido pelas raízes deve ser reduzido a  $\text{NH}_4^+$  antes de ser

incorporado em compostos orgânicos no sistema radicular e/ou na parte aérea. Devido seu papel regulador da disponibilidade de N reduzido para o metabolismo das plantas, principalmente em solos onde o nitrato é a principal forma de N disponível, tem-se sugerido que a atividade da NR está relacionada com a produtividade e/ou sua capacidade em responder à adubação nitrogenada (BEEVERS; HAGEMAN, 1969).

O potencial de assimilação do nitrato, obtido pela razão entre as atividades da RN induzida pelo nitrato e da RN inicial da folha, é o critério mais adequado para o diagnóstico e guia de adubação, porque no cociente são compensadas flutuações de atividade da enzima atribuída a fatores do ambiente, portanto, plantas com teor de nitrogênio adequado têm potencial de assimilação do nitrato (TALEISNI; PACHECO, 1980).

O amônio produto do processo de redução do nitrato não pode ser acumulado, portanto, deve ser rapidamente assimilado, ou seja, incorporado em compostos orgânicos evitando seu acúmulo nos tecidos. Em condições normais, o  $\text{NH}_4^+$  é mantido em concentrações baixas em tecido foliar (SODEK, 2004).

Conforme Andrade Neto (2005) há vários autores que comentaram a atividade da RN (GALANGAU et al., 1988) e Vincentz et al. (1993) a atividade da enzima RN nas folhas e raízes pode ser induzida pela presença do substrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Havendo nitrato ocorre um estímulo à síntese *de novo* da referida enzima (HEWITT et al., 1976), enquanto que defícite hídrico moderado, da ordem de -0,8 MPa a -2,0 MPa, pode reduzir sua produção em 20 %, chegando a 50 % quando a planta sofre um estresse intenso (HSIAO, 1979). Segundo Crocomo (1985) a menor atividade da redutase do nitrato em plantas sob estresse hídrico se deve ao decréscimo no fluxo do substrato ( $\text{NO}_3^-$ ) por falta de umidade, principal fator regulador da síntese dessa enzima.

## 2.6 Composição Químicas dos Grãos de Café

A composição química dos grãos de café depende de fatores genéticos, ambientais e de condições de manejo e pós-colheita, e tem despertado interesse de inúmeros pesquisadores. Há mais de cem anos o café vem sendo analisado para definir a sua composição, mas somente recentemente conseguiu-se um avanço com o desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos de análise (CLIFFORD, 1985).



Como qualquer outro fruto, o café durante o seu período de maturação apresenta uma série de modificações químicas que conduz a um ponto ideal de colheita. Nesta ocasião a polpa, a casca e a semente apresentam os teores dos vários constituintes químicos em teores mais adequados para conferir uma boa qualidade ao café.

Recentes pesquisas buscaram responder, do ponto de vista químico, quais são as substâncias que determinam na bebida, a aceitação ou rejeição e quais são os precursores e as reações que resultam nestas substâncias desejáveis ou não do grão de café verde. De acordo com estudos, proteínas, aminoácidos e sacarose conferem aroma (GUYOT et al., 1996); trigonelina confere aroma amargo, (VIANI; HORMAN, 1975); compostos fenólicos conferem adstringência, (GUYOT et al., 1997), ácidos clorogênicos e cafeína conferem aroma, amargo e acidez, (GUYOT et al., 1997).

A ocorrência de pragas e doenças de forma mais ou menos intensa na cultura de café depende das condições climáticas (macro, topo e micro), do estado das plantas (nutrição e carga produtiva) e de eventuais desequilíbrios durante o período de cultivo (por seca, por defensivos, etc). Todos esses fatores podem afetar a qualidade de bebida do café de cada região. Portanto, a deficiência em nutrientes e o uso inadequado de medidas de proteção contra pragas e doenças levarão a produção de cafés com bebidas de baixos padrões de qualidade (MATIELLO et al., 1994).

Rinantonio (1987) estudou a composição química dos grão de café e verificou para café arábica uma faixa de teores de 55 a 65,5% de carboidratos, em que 6 a 12,5 % correspondiam a carboidratos solúveis e 34 a 53% constituem estruturas insolúveis. Os lipídeos respondem por 15 a 18%, com 0,2 a 0,3% de gordura e 7,7 a 17,8% a óleos, compostos nitrogenados de 11 a 15%, sendo 0,2 a 0,8 % de aminoácidos; 8,5 a 12% de proteína.

O amadurecimento dos frutos é caracterizado por vários fatores, destacando-se entre eles o aumento no teor de açúcares solúveis em decorrência da degradação do amido (PIMENTA, 1995), e o açúcar que predomina no café é a sacarose, que é um tipo de açúcar não redutor (MAZZAFERA, 1999).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

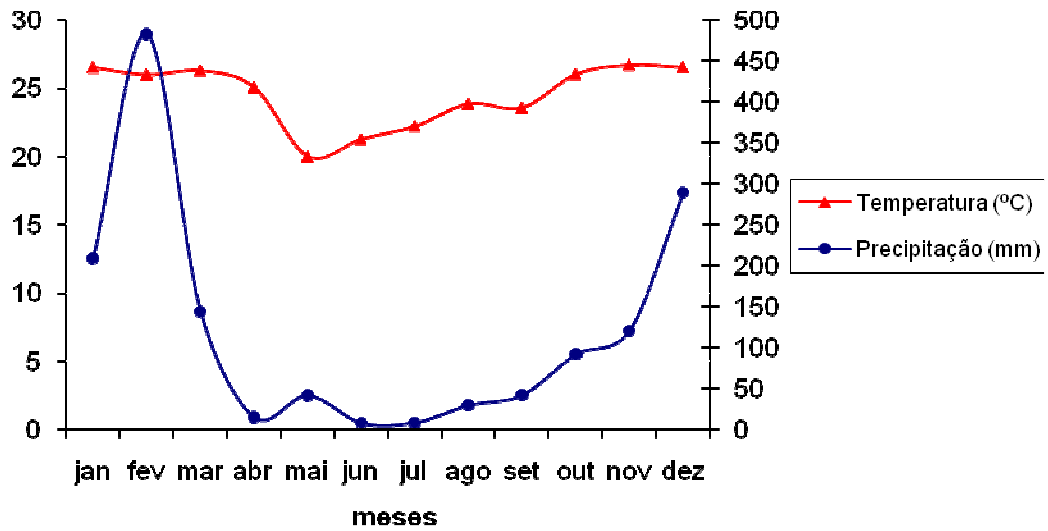
#### **3.1 Localização Do Experimento**

O presente trabalho foi instalado em uma área experimental na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP), localizada no município de Selvíria-MS, com coordenadas geográficas 20°20' de Latitude Sul e 51°24' de Longitude Oeste e com altitude média de 344m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

#### **3.2 Precipitação e Temperatura para Selvíria – MS**

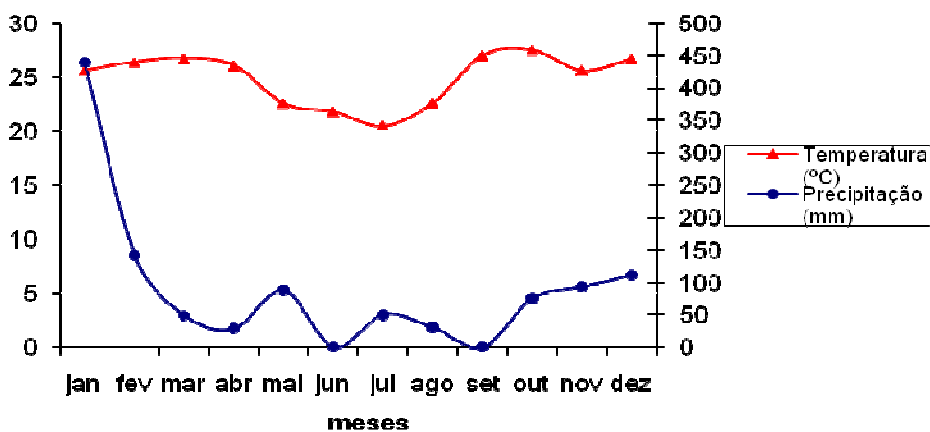
Durante o período de atividades com trabalho, entre os anos agrícolas de 2006 a 2009, foram coletadas informações de temperatura média mensal e precipitação mensal para a localidade de Selvíria-MS e apresentados nas figuras 1 a 4.

**Figura 1:** Precipitação pluvial mensal e Temperaturas média mensal no período de janeiro a dezembro de 2006. Selvíria-MS.



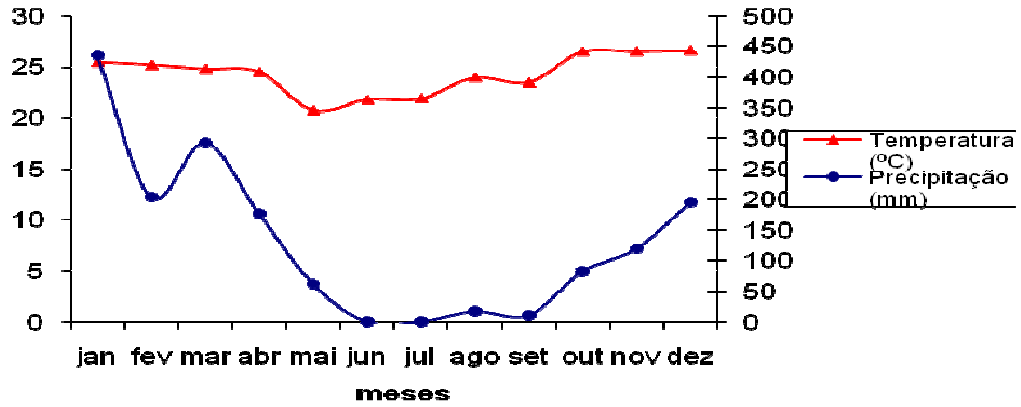
Fonte: Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos: Área de Hidráulica e Irrigação - UNESP/FE Ilha Solteira

**Figura 2:** Precipitação pluvial mensal e Temperaturas média mensal no período de janeiro a dezembro de 2007. Selvíria-MS



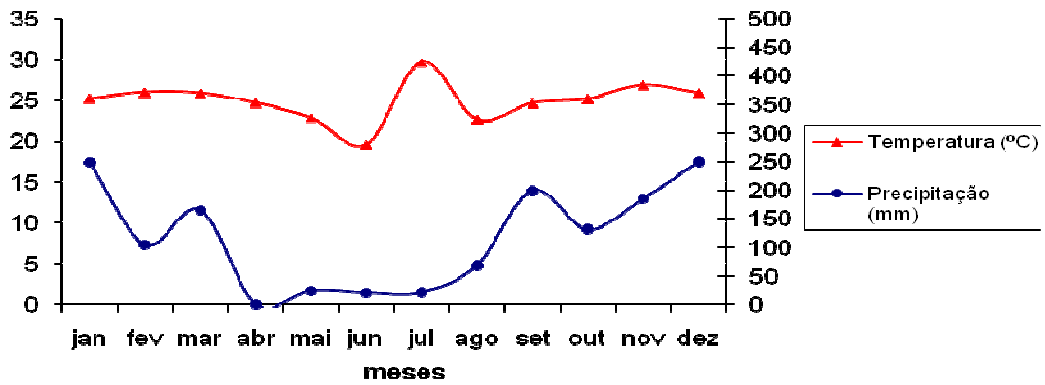
Fonte: Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos: Área de Hidráulica e Irrigação - UNESP/FE Ilha Solteira

**Figura 3:** Precipitação pluvial mensal e Temperaturas média mensal no período de janeiro a dezembro de 2008. Selvíria-MS.



Fonte: Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos: Área de Hidráulica e Irrigação - UNESP/FE Ilha Solteira

**Figura 4:** Precipitação pluvial mensal e Temperaturas média mensal no período de janeiro a dezembro de 2009. Selvíria-MS.



Fonte: Departamento de Fitossanidade e Engenharia Rural e Solos: Área de Hidráulica e Irrigação - UNESP/FE Ilha Solteira

### 3.3 Características Do Solo

O solo cultivado é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura argilosa, A moderado alumínico, fortemente ácido (DEMATTE, 1980), reclassificado<sup>(1)</sup> segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, (EMBRAPA, 2006). Com a devida antecedência foi realizada amostragem de solo para caracterização das propriedades químicas, seguindo a metodologia de análise descrita por Rajj e Quaggio (1983, 1987), Rajj et al. (2001) e Embrapa (1999a). De acordo com as análises obtidas da amostra de solo (Tabela 1), foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 160 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 160 kg ha<sup>-1</sup> de N, essas adubações foram realizadas no início do mês de setembro de 2006.

**Tabela 1** - Resultado da análise química do solo no município de Selvíria - MS 2006.

Identificação Café	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	V	m
	mg.dm <sup>-3</sup>	g.dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							%	%
0-10 cm	5	18	4,8	0,90	31	15	55	2	47	102	46	5
10-20 cm	7	14	4,8	0,90	32	15	34	4	49	82	49	7
20-30 cm	4	14	4,7	0,90	25	13	46	3	39	85	46	7
30-40 cm	4	14	4,8	1,3	31	15	36	2	47	82	57	5

### 3.4 Delineamento Experimental

O delineamento foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 5x3, com quatro repetições. Como tratamento avaliou-se doses crescentes (0, 50, 150, 250 e 350 kg/ha) de nitrogênio e sistemas de parcelamento (aplicação única em dezembro, parcelado em duas vezes – novembro e dezembro, parcelado em três vezes – novembro, dezembro e janeiro).

<sup>(1)</sup>CARVALHO, M. P. Comunicação pessoal. 2008. (Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - Faculdade de Engenharia – FE/UNESP, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil).

### **3.5 Instalação Do Experimento**

A instalação do experimento foi realizada em área com histórico de plantio de algodão e café Latossolo Vermelho Distrófico Típico na Fazenda de Ensino e Pesquisa pertencente à Faculdade de Engenharia, UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria –MS

O plantio do café cv. Catuaí Vermelho linhagem IAC 144, foi realizado entre os dias 26 de abril e 05 de maio do ano de 2005, no espaçamento de 3,0 metros entre linhas de plantio e 1,0 metro entre plantas. Foi efetuada uma adubação básica na cova de plantio de acordo com análise química do solo e seguindo as recomendações de (RAIJ et al., 1997).

Foi efetuada uma amostragem do solo para caracterização da área, nas profundidades 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm a qual foi encaminhada ao laboratório de análise de solos da FE/Unesp/Ilha Solteira, onde foram submetidas a uma secagem ao ar, destorroamento e peneiramento (TFSA).

As doses de N foram aplicadas na projeção da coroa entre os dias 12 e 15 dos respectivos meses, e a fonte de N utilizada foi a uréia.

Cada parcela experimental foi composta As parcelas terão 11 plantas onde as 5 centrais foram avaliadas avaliadas.

### **3.6 Avaliações realizadas**

#### ***3.6.1 Altura de planta (H)***

A altura (H; cm) das plantas foi obtida com uma régua milimetrada, medindo a distância entre o nível do solo, na região do colo da planta, e a inserção do último par de folhas expandidas.

### ***3.6.2 Diâmetro do caule (DC)***

Esse parâmetro (DC; cm) foi obtido utilizando um paquímetro, obtendo as medidas na região do caule localizado a 5 cm do solo.

### ***3.6.3 Número de ramos plagiotrópicos (NRP)***

Mensalmente foram contados os ramos produtivos (NRP) emitidos pela plantas de cada tratamento, no período de outubro a setembro de cada ano agrícola.

### ***3.6.4 Comprimento do ramo (CP)***

O comprimento dos ramos plagiotrópicos (cm), foi avaliado mensalmente utilizando uma fita métrica, sendo analisado somente o três ramo plagiotrópico primário por planta.

### ***3.6.5 Número de pares de folhas (NPF)***

Os ramos plagiotrópicos primários foram marcados e a contagem do número de pares de folhas foi realizada mensalmente,

As características agronômicas (H, DC, NRP, CP e NPF), foram determinadas mensalmente entre os dias 15 a 18 de cada mês, e foram analisadas através do incremento (%) para cada mês, que foi calculado da seguinte forma a os valores obtidos no mês de avaliação (A1) foram subtraídos com os valores do mês anterior (A0), dividido pelo valor do mês anterior, multiplicado por 100, ou seja,  $((A1-A0/A0)*100)$ .

### **3.6.6 Produtividade**

Nos três anos de avaliação da produtividade (2006/07, 2007/08 e 2008/09), a colheita foi realizada por meio de derriça manual no pano, colhendo as 5 plantas centrais de cada parcela. Os frutos foram, secados, despulpados, pesados e convertidos a massa para  $\text{kg ha}^{-1}$ , o processo de colheita foi iniciada quando o percentual de frutos verdes estava entre 10 e 15%.

### **3.6.7 Determinação de macro e micronutrientes**

Os teores foliares de macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn) foram obtidos através da digestão nitro-perclórica. Para a determinação do teor de nitrogênio foi utilizado a digestão sulfúrica, conforme metodologia descrita em Malavolta et al. (1997), utilizando-se as folhas do terço médio do cafeeiro, coletadas no final do mês agosto (2007, 2008 e 2009), segundo a recomendação de Malavolta et al. (1997) e foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada a 65-70 °C, por 72 horas, moídas.

### **3.6.8 Clorofila a, Clorofila b, Clorofila Total**

Para análise do teor de clorofila extraível foi coletado o terceiro par de folhas de ramos produtivos. As amostras de 0,1 g de tecido foliar foram trituradas e homogenizadas para extração de clorofila. A massa foi acrescentada 5 mL de acetona a 80% e depois filtrado com papel filtro. Um alíquota de 3 mL do extrato foi retirada para leitura em absorbância nos comprimentos de onda de 645 nm e 663nm. As concentrações de clorofila a, clorofila b e clorofila total foram determinadas de acordo com a metodologia de Arnon (1949), tem-se: Clorofila a (mg/L) =  $(12,7 \times \text{Leitura } 663 \text{ nm}) - (2,29 \times \text{Leitura } 645\text{nm})$ . Clorofila b (mg/L) =



$(22,9 \times \text{Leitura } 645) - (4,69 \times \text{Leitura } 663\text{nm})$ . Clorofila Total (mg/L) =  $(20,2 \times \text{Leitura } 645) + (8,02 \times \text{Leitura } 663 \text{ nm})$ .

### ***3.6.9 Leituras SPAD de clorofila (Leituras indiretas do clorofilômetro SPAD-502)***

As leituras SPAD foram determinadas mensalmente em três diferentes posições na planta, sendo: ápice, mediana e basal do cafeeiro, utilizando-se o clorofilômetro portátil SPAD-502, desenvolvido pela Minolta, (1989), sendo que nas regiões medianas e na basal foram analisadas as folhas do terço médio dos ramos plagiotrópicos.

### ***3.6.10 Atividade da enzima redutase do nitrato (NR)***

A atividade da Redutase Nitrato foi determinada de acordo com a metodologia descrita por (RADIN, 1974). Foram coletadas o terceiro par de folhas dos ramos produtivos, logo após o término das adubações nitrogenadas, final do mês de janeiro de 2007, 2008 e 2009 entre 9 e 10:00 h, essas foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo para o transporte até o laboratório. De cada folha foram eliminadas a base e o ápice, restando a porção média, a qual foram cortadas pedaços em torno de 5x5 mm, incubados em solução tampão fosfato ( $\text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 0,1M) pH 8,0, contendo  $\text{KNO}_3$  e 3 mL de Tween 20 1%, submetidos a infiltração a vácuo, com posterior transferência a banho – maria, sob agitação e em ausência de luz por uma hora por 30 minutos. Alíquotas de 0,2 mL do extrato foram adicionadas a uma solução de N-2-naftil etilenodiamino di HCl 0,02% + sulfanilamida 1% em HCl 1,5 N. Depois de estabilizada a reação, procedeu – se a leitura da absorbância a 540 nm em espectrofotômetro.

### ***3.6.11 Extração Proteína solúvel total***

Para a extração da proteína solúvel total foi utilizado o método descrito por Bielski e Turner (1966). 1 g da farinha (grãos de café moídos) foi utilizada para a extração da proteína;

acrescentou-se à mesma 4 mL de NaOH a 0,1 N e homogeneizou-se em seguida. Esta mistura ficou por 24 horas a 10°C e, posteriormente, foi centrifugada a 1500 g por 10 minutos. A extração foi repetida por mais duas vezes, até volume total de 10 mL. O resíduo foi descartado.

Para a quantificação da proteína solúvel total, utilizou-se o método descrito por Bradford (1976). À alíquota de 0,1 mL do extrato obtido foram acrescentados 5 mL do reagente de Bradford e mantido em repouso, por 2 minutos, tempo necessário para se completar a reação. Depois de completada a reação e antes de 1 hora, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 595 nm. O reagente foi preparado a partir de 50 mg de Coomassie Brilliant Blue G 250 que foram dissolvidos em 50 mL de Etanol a 95% (P:V), acrescentados 100 mL de Ácido Ortofosfórico a 85% (P:V) e o volume completado até 1000 mL com água destilada. O reagente foi mantido em frasco escuro à temperatura ambiente. O padrão utilizado foi Albumina Soro Bovino na faixa de 0 à 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$  de proteína.

### ***3.6.12 Extração de aminoácidos e carboidratos***

A extração de aminoácidos e carboidratos foram realizadas segundo o método descrito por Bielski e Turner (1966), para a qual tomou-se 1 g de farinha de grãos de café e 10 mL de MCW (metanol, clorofórmio e água, na proporção 12:5:3), que foi homogeneizado imediatamente, deixando em repouso por 24h a 10°C e centrifugando a 1500 g por 10 minutos. O sobrenadante (S1) e o resíduo (R1) foram reservados separadamente. Prosseguindo a extração, para cada 4 volumes do sobrenadante S1 foram adicionados um volume de clorofórmio e 1,5 volume de água destilada. A mistura foi centrifugada e a fase orgânica descartada. A fase aquosa (FA) obtida foi usada para a determinação do teor de aminoácidos e açúcares livres.

Para a extração de polissacarídeo solúvel em água (WSP) foram acrescentados 4 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10 % (w:v) ao resíduo R1 em um tubo de centrifugação, misturado e centrifugado a 1500 g por 10 minutos, obtendo o sobrenadante (S2). A extração foi repetida por mais duas vezes, até completar o volume de 10 mL de S2. O sobrenadante S2 obtido foi utilizado para dosagem de WSP e o resíduo (R2) reservado para a extração de amido.

Ao resíduo R2 foram adicionados 4 mL de ácido perclórico (PCA) a 30% (w:v) que foi homogeneizado e centrifugado a 1500 g por 10 minutos. O processo de extração foi repetido por três vezes, obtendo-se volume final de sobrenadante (S3) de 10 mL de extrato. O sobrenadante S3 foi utilizado para a determinação de amido e o resíduo foi descartado.

Análise quantitativa de aminoácido - O método de Yemn & Cocking (1955) foi utilizado para a determinação de aminoácidos. A 1 mL da FA obtida acrescentou-se 500 µL de tampão citrato + 200 µL de solução de ninhidrina 5% em Metilglicol + 1 mL de solução de KCN ( $2 \times 10^{-4}$  M). A mistura foi aquecida em banho maria a 100°C por 10 minutos, resfriada por 10 minutos em água corrente e, em seguida, completou-se o volume total para 4 mL utilizando-se álcool etílico à 60%. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 570 nm. O padrão utilizado foi Leucina na faixa de 0 à 100 µg mL<sup>-1</sup>.

Análise quantitativa de carboidratos - Os açúcares livres, o WSP e o amido foram quantificados pelo método Fenolsulfúrico, descrito por Dubois et al. (1956). A 1 mL dos extratos obtidos adicionaram-se 1 mL de solução aquosa de fenol a 5% (w:v) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. A mistura foi agitada e mantida por 15 minutos para completar a reação e esfriar. Após o resfriamento dos tubos, foi feita a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 490 nm. A curva padrão utilizada foi determinada com dextrose na faixa de concentração de 0 a 100 µg mL<sup>-1</sup>.

### ***3.6.13 Extração de Lipídeos***

Lipídeos foram determinados através da metodologia de Bligthe e Dyer (1959), onde consisti em pesar de 3 a 5 g de amostra bem triturada e transferiu para um erlenmeyer, adicionar 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de águas destilada, agitar essa solução por 30 minutos, após esse tempo foi adicionado mais 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução aquosa de sulfato de Na a 1,5 %, agitar essa mistura por 2 minutos. A solução agitada foi centrifugada a 3300 rpm a 25°C durante 2 minutos, esse processo necessário para separar as fases, assim, descarta –se o sobrenadante e filtra a solução em um Becker com peso conhecido, foi realizado duas filtração da solução, o filtrado foi colocado na estufa a 110° por 20 minutos, após o resfriamento do recipiente pesou –se o Becker e por diferença determinou a quantidade de lipídeos.

#### ***3.6.14 Teste de tetrazólio***

Para a coloração das sementes, foram selecionadas ao acaso 200 sementes com 4 repetições de 50 sementes. As amostras foram retiradas, e, de imediato, colocadas em caixas escuras tipo gerbox, contendo solução de tetrazólio na concentração de 0,1%, e mantidas em estufa, à temperatura de 41°C, durante quinze horas, para o desenvolvimento da coloração, considerando semente colorida como semente viável.

#### ***3.6.15 Massa de 100 grãos***

Determinado pelo método gravimétrico, utilizando-se balança analítica.

#### ***3.6.16 Teste de Germinação***

Foram realizado com 4 repetições de 50 sementes para cada tratamento, onde as sementes foram colocadas para germinar em rolos de papel tipo “germitest” umedecidos com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel, e mantidas em germinador. As avaliações dos testes de germinação foram realizadas por meio de contagens aos 20 e aos 40 dias após a montagem do teste.

### ***3.6.17 Teste de Condutividade Elétrica***

Para a condutividade elétrica foram selecionadas ao acaso 200 sementes com 4 repetições de 50 sementes. Após a contagem das sementes serão colocadas em copinho plástico de 150 mL e pesadas e em seguida embebidas com água onde ficaram por 5 horas, após esse tempo realizou-se a leitura da condutividade e o cálculo foi realizado da seguinte forma:  $((\text{leitura} - \text{leitura da água}) / \text{massa da sementes})$

### **3.7 Análise Estatística**

Os dados obtidos no presente trabalho foram submetidos à análise de variância através do teste F e teste de comparação de médias (Tukey) ao nível de significância de 5%, utilizando a metodologia descrita por Pimentel Gomes (2000).

#### **4 RESULTADO E DISCUSSÃO**

Os resultados de características da planta no experimento de doses de N associados à três modos de aplicação do adubo nitrogenado estão contidos na Tabela 2. Com os resultados obtidos pode-se constatar que os valores de altura, diâmetro, número de ramos plagiotrópicos e comprimento de ramos não foram influenciados pelas doses e modos de aplicação de N. Winston et al. (1992), citado por Nazerano et. al (2003), também verificaram ausência de resposta no desenvolvimento do cafeeiro com relação as doses crescentes de N,P,K. Já Barros et al. (2010), obteve maior altura de plantas aplicando 200 kg de N ha<sup>-1</sup> ano associado com 20 kg de S ha<sup>-1</sup> ano.

**TABELA 2** - Análise de incremento médio mensal (%) em altura de planta, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas em função de doses de nitrogênio em cafeeiro, modos de aplicação, 2006-2007, Selvíria – MS.

Tratamento	Diâmetro	Altura	Nº ramos Prod.	Comp. Dos Ramos	Número de Pares Folhas
Doses(D)	0,68	0,13	0,93	0,95	0,84
Modos(M)	0,92	0,55	0,76	0,57	0,60
P>F D*M	0,28	0,59	0,82	0,63	0,26
Reg. Linear	0,52	0,62	0,76	0,61	0,62
Reg. Quad.	0,51	0,13	0,87	0,53	0,56
CV (%)	149	186	156	113	158
Doses de N (D)					
0	2,09	1,33	5,93	2,93	3,71
50	1,86	1,29	5,23	2,92	3,71
150	2,43	2,10	6,06	2,79	3,70
250	2,23	1,40	5,63	2,99	3,40
350	2,17	1,51	6,02	3,13	4,24
Modos de aplicação (M)					
Dezembro	2,22	1,55	5,61	3,13	3,44
Nov/Dez	2,15	1,69	6,14	3,01	3,63
Nov/Dez/Jan	2,10	1,34	5,56	2,72	4,19

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores do incremento mensal (%) das características de desenvolvimento da planta durante o ano agrícola de 2006/07 estão na Tabela 3. Observou-se que de uma maneira geral, verificou-se que a planta teve um maior crescimento em diâmetro, altura de plantas, número de ramos e comprimento de ramos no período de novembro a fevereiro, tais processos ocorreram na época da adubação nitrogenada e com o ambiente favorável ao seu desenvolvimento. Assim, a planta bem nutrida em N apresentou maior crescimento vegetativo, em diâmetro, altura, número de ramos e comprimento de ramos.

**TABELA 3** – Valores do Incremento em porcentagem de diâmetro do caule, altura, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas, em função das épocas de avaliação, 2006-2007, Selvíria – MS.

Época	Valores do Incremento (%)				
	Diâmetro	Altura	Nº ramos Prod.	Comp. Dos Ramos	Número de Pares Folhas
Nov/Dez	3,67	4,06	9,04	7,69	4,39
Dez/Jan	3,98	2,51	2,16	6,29	5,49
Jan/Fev	2,36	1,85	18,27	5,86	5,925
Fev/Mar	5,38	2,30	5,15	4,17	2,95
Mar/Abr	1,82	0,82	5,89	1,77	2,48
Abr/Mai	1,79	0,81	15,58	0,37	1,99
Mai/Jun	2,64	1,65	8,56	3,00	4,18
Jun/Jul	0,52	0,03	0,11	0,04	5,01
Jul/Ago	2,34	2,36	1,82	2,27	6,52
Ago/Set	0,40	1,83	3,51	2,98	5,92
Set/Out	2,78	1,36	3,86	3,46	5,92

Os resultados das características da planta no experimento de doses associados à três modos de aplicação de N em cafeeiro no ano de 2007/08 estão na Tabela 4. Pode-se observar que os valores de altura, diâmetro, número de ramos plagiotrópicos e comprimento de ramos não foram influenciados pelas doses de N e nem pelo modos de aplicação. Costa (2006), com o objetivo de estudar o crescimento da planta de café cv. Catuaí Vermelho, sob a adubação nitrogenada aplicando doses de até 350 kg ha<sup>-1</sup> de N não obteve efeito significativo para as características de desenvolvimento da planta.



**TABELA 4** - Análise de incremento médio mensal (%) em altura de planta, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas em função de doses de nitrogênio em cafeeiro, modos de aplicação, 2007-2008, Selvíria – MS.

Tratamento	Diâmetro	Altura	Nº ramos Prod.	Comp. Dos Ramos	Número de Pares Folhas
Doses(D)	0,89	0,90	0,57	0,82	0,82
Modos(M)	0,71	0,24	0,52	0,22	0,41
P>F D*M	0,45	0,14	0,28	0,18	0,06
Reg. Linear	0,83	0,90	0,55	0,38	0,38
Reg. Quad.	0,46	0,62	0,24	0,44	0,52
CV (%)	155,51	181,37	245,82	122,61	175,43
Doses de N (D)					
0	1,18	1,91	2,49	1,70	2,12
50	1,12	1,99	2,53	1,73	2,29
150	1,29	2,05	3,75	1,66	2,06
250	1,29	2,01	2,94	1,72	2,27
350	1,15	1,86	2,89	1,94	2,58
Modos de aplicação (M)					
Dezembro	1,27	2,28	2,68	1,85	2,17
Nov/Dez	1,22	1,85	3,35	1,85	2,08
Nov/Dez/Jan	1,14	1,76	2,73	1,56	2,54

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O desenvolvimento da planta com relação a épocas de avaliação, para o ano agrícola 2007/08, observou-se que maiores os incrementos ocorreram, como em 2006/07, no período de novembro a fevereiro, épocas em que realizou a adubação nitrogenada, propiciando o maior desenvolvimento da planta. (Tabela 5)

**TABELA 5** – Valores do Incremento em porcentagem de diâmetro do caule, altura, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas, em função das épocas de avaliação, 2007-2008, Selvíria – MS.

Época	Valores do Incremento (%)				
	Diâmetro	Altura	Nº ramos Prod.	Comp. Dos Ramos	Número de Pares Folhas
Nov/Dez	1,99	3,23	4,06	4,25	2,21
Dez/Jan	2,00	3,53	0,90	3,43	2,77
Jan/Fev	1,11	1,86	7,68	3,01	1,72
Fev/Mar	2,69	4,79	2,23	2,19	1,42
Mar/Abr	0,87	1,43	4,06	0,93	1,19
Abr/Mai	0,86	1,43	7,00	1,18	1,02
Mai/Jun	1,28	1,42	5,32	1,59	2,02
Jun/Jul	0,23	0,34	0,05	0,02	2,69
Jul/Ago	1,07	1,65	0,74	1,16	3,14
Ago/Set	0,19	0,33	1,59	1,51	3,22
Set/Out	1,39	2,47	1,92	1,79	3,59

Para o ano agrícola 2008/2009 os resultados das características da planta estão contidos na TABELA 6. Analisando dos resultados verifica-se que os valores de altura, diâmetro, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramos e número de pares de folhas não foram afetados pelas doses de N e nem pelo modos de aplicação, tal fato pode ter ocorrido pela baixa absorção de N pela planta, provavelmente pela alta precipitação nos meses de aplicação do fertilizante nitrogenado.

**TABELA 6** - Análise de incremento médio mensal (%) em altura de planta, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas em função de doses de nitrogênio em cafeeiro, modos de aplicação, 2008-2009, Selvíria - MS.

Tratamento	Diâmetro	Altura	Nº ramos Prod.	Comp. Dos Ramos	Número de Pares Folhas
Doses(D)	0,35	0,77	0,41	0,22	0,99
Modos(M)	0,09	0,08	0,09	0,87	0,29
P>F D*M	0,90	0,82	0,17	0,21	0,10
Reg. Linear	0,48	0,49	0,12	0,10	0,76
Reg. Quad.	0,07	0,29	0,35	0,08	0,99
CV (%)	148,23	162,59	325,64	108,81	165,50
Doses de N (D)					
0	1,90	3,10	2,72	2,04	3,10
50	2,01	3,72	2,57	1,88	3,34
150	2,61	3,87	3,69	1,82	3,13
250	2,34	3,92	4,90	2,05	3,33
350	2,08	3,62	3,92	2,38	3,33
Modos de aplicação (M)					
Dezembro	1,92	3,25	4,81	2,06	3,01
Nov/Dez	2,10	3,33	3,56	1,98	3,04
Nov/Dez/Jan	2,54	4,35	2,47	2,07	3,69

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O maior de desenvolvimento da planta para o ano agrícola 2008/09, (Tabela 7) foi semelhante aos dos anos anteriores, tendo o maior valor de incremento para diâmetro do caule e altura de plantas, no período em que realizou adubação nitrogenada.

**TABELA 7** – Valores do Incremento em porcentagem de diâmetro do caule, altura, número de ramos plagiotrópicos, comprimento de ramo e número de pares de folhas, em função das épocas de avaliação, 2008-2009, Selvíria – MS.

Valores do Incremento (%)					
Época	Diâmetro	Altura	Nº ramos Prod.	Comp. Dos Ramos	Número de Pares Folhas
Nov/Dez	3,28	5,45	3,98	4,36	2,09
Dez/Jan	2,99	5,77	1,33	3,72	5,18
Jan/Fev	2,93	5,21	6,25	3,13	3,09
Fev/Mar	3,37	5,44	1,94	2,49	2,34
Mar/Abr	1,31	2,15	2,40	0,93	1,79
Abr/Mai	1,74	3,11	5,85	1,33	3,18
Mai/Jun	2,08	3,47	5,32	1,63	2,94
Jun/Jul	1,73	2,93	4,08	0,99	2,90
Jul/Ago	1,74	2,80	4,23	1,65	3,62
Ago/Set	1,54	2,60	4,46	1,28	3,51
Set/Out	2,08	3,71	1,92	1,79	5,39

Os resultados a para análise do tecido foliar, (TABELA 8) mostra – se que a aplicação da adubação nitrogenada em três épocas não influenciou significativamente quatro nutrientes dos seis avaliados, exceto para Ca e S, onde observa-se que para cálcio houve um incremento do seu teor de acordo com o aumento das doses de N. Já o S verifica- se interação entre modos e doses de N. Esses teores diferem de Sanzonowicz 2003, que estudando café variedade Mundo Novo num LatossoloVermelho distrófico, aplicando doses de N entre 100 a 600 kg.ha<sup>-1</sup> em diferentes épocas apresentou efeito significativo para P com a dose de 400 kg de N. ha<sup>-1</sup>. De acordo com Malavolta et. al. (1997), os teores N, K e Ca, estão abaixo da faixa considerada adequada (29-32 g kg<sup>-1</sup>), (22-25 g kg<sup>-1</sup>) e (13-15 g kg<sup>-1</sup>) respectivamente, o teor de P e S encontra –se acima do adequado ( 1,6-1,9 g kg<sup>-1</sup>), para P e (1,5 – 2,0 g kg<sup>-1</sup>) para S, já o Mg pode – se considerar na faixa adequada de 4,0 – 4,5 g kg<sup>-1</sup>.

**TABELA 8** - Valores médios dos teores foliares ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de, N, P, K, Ca, Mg, S obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. 2006-2007.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose(D)	0,66	0,27	0,65	0,02*	0,10	0,13
Modos(M)	0,56	0,94	0,62	0,83	0,73	0,17
p<F D*M	0,66	0,17	0,12	0,06	0,16	0,0001**
Reg. Linear	0,81	0,91	0,52	0,04*	0,58	0,51
Reg. Quad.	0,70	0,09	0,95	0,31	0,65	0,57
CV(%)	25,56	16,47	34,39	22,90	33,02	11,78
Modos de aplicação						
Dezembro	25,13	2,47	9,58	8,08	4,44	3,16
Nov/Dez	25,54	2,49	9,63	8,44	4,59	2,97
Nov/Dez/Jan	26,01	2,46	10,94	8,33	4,22	2,96
Doses de N						
0	25,27	2,29	9,23	7,66	3,98	2,92
50	25,04	2,63	10,72	7,86	5,19	3,23
150	25,31	2,56	9,19	8,24	3,75	3,11
250	26,52	2,49	10,78	8,63	4,31	2,89
350	25,65	2,39	10,33	9,02	4,86	3,02
Ca	$Y = 0,0038X + 7,66$				$r^2 = 32,00$	

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores do teor foliar de S de acordo com o desdobramento da interação entre modos de aplicação e doses de N estão na Tabela 9, verificou-se que houve efeito significativo a modos de aplicação nas doses acima de  $250 \text{ kg de N. ha}^{-1}$ , sendo o a aplicação única em dezembro proporciona os maiores teores de S. Com relação a dose de N, verifica-se que houve efeito significativo nos três modos de aplicação, tendo um melhor ajuste a regressão quadrática para a aplicação única e ajuste linear decrescente para aplicação em dois momentos, ou seja, quanto maior a dose de N menor o teor de S.

**TABELA 9** - Valores de médios de S em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N (2006/2007).

Fatores	Valores médios de Enxofre (S)				
Doses x Modos	0	50	150	250	350
Dezembro	2,29b	3,45	3,36	3,35a	3,34a
Nov/Dez	3,30a	3,19	3,065	2,90ab	2,41b
Nov/Dez/Jan	3,19	3,06	2,90	2,41b	3,30
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F( linear)	0,003**		0,0009**		0,53
P>F(quadrática)	0,005**		0,67		0,06**
r <sup>2</sup>	32,00		91,00		20,00
R <sup>2</sup>	61,00		97,00		60,00
Dezembro	Y = -0,000018X <sup>2</sup> + 0,008X + 2,59				
Nov/Dez	Y = -0,0023X + 3,34				

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A análise do tecido foliar, para macronutrientes estão na Tabela 10, observou-se que a aplicação da adubação nitrogenada em três épocas influenciou significativamente o teor de N de acordo com a aplicação das doses crescentes do adubo nitrogenado, a análise de regressão polinomial mostrou-se o ajuste linear, ou seja quanto maior a dose do fertilizante nitrogenado maior o teor encontrado no tecido foliar. De acordo com Malavolta et. al. (1997), os teores N, K e Ca, estão abaixo da faixa considerada adequada (29-32 g kg<sup>-1</sup>), (22-25 g kg<sup>-1</sup>) e (13-15 g kg<sup>-1</sup>) respectivamente, esse teor baixo pode ter ocorrido devido ao fato que a amostragem das folhas foi no final mês de agosto, quando a planta já exportou os nutrientes para os drenos, como flores e frutos, o teor S encontra-se acima do adequado (1,5 – 2,0 g kg<sup>-1</sup>), já o Mg e P pode-se considerar na faixa adequada de 4,0 – 4,5 g kg<sup>-1</sup> e (1,6-1,9 g kg<sup>-1</sup>)

**TABELA 10** - Valores médios dos teores foliares ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de, N, P, K, Ca, Mg, S obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. 2007-2008.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose(D)	0,75	0,33	0,87	0,56	0,96	0,19
Modos(M)	0,37	0,91	0,98	0,84	0,75	0,83
p<F D*M	0,82	0,26	0,99	0,68	0,96	0,10
Reg. Linear	0,01**	0,93	0,90	0,64	0,58	0,47
Reg. Quad.	0,82	0,32	0,40	0,47	0,65	0,27
CV(%)	20,76	15,08	35,38	21,58	31,96	9,60
Modos de aplicação						
Dezembro	24,90	1,40	11,94	11,42	4,47	2,07
Nov/Dez	26,89	1,42	11,95	11,04	4,39	2,04
Nov/Dez/Jan	27,13	1,43	11,74	11,45	4,72	2,08
Doses de N						
0	25,42	1,42	12,45	11,73	4,41	2,01
50	23,35	1,42	11,88	11,40	4,52	2,05
150	25,29	1,42	11,29	11,02	4,63	2,10
250	29,09	1,41	11,44	11,00	4,61	2,10
350	28,39	1,41	12,32	11,36	4,47	2,06
N	Y = 0,013 X + 24,12				r <sup>2</sup> = 67,90	

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No ano agrícola de 2008/2009 os valores dos teores nutricionais para o tecido foliar, estão na TABELA 11. Verifica-se que a aplicação da adubação nitrogenada em três épocas influenciou significativamente, o teor de K de acordo com a aplicação das doses crescentes do adubo nitrogenado, a análise de regressão polinomial mostrou –se o ajuste quadrático, sendo que o maior teor de K na dose de  $50 \text{ kg de N ha}^{-1}$ . Analisando os dados da TABELA 10, observa-se que houve interação entre os fatores para o enxofre.

**TABELA 11** - Valores médios dos teores foliares ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de, N, P, K, Ca, Mg, S obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. 2008-2009.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Dose(D)	0,55	0,24	0,89	0,83	0,99	0,53
Modos(M)	0,33	0,80	0,13	0,97	0,30	0,32
p<F D*M	0,18	0,11	0,68	0,89	0,32	0,03*
Reg. Linear	0,52	0,51	0,88	0,30	0,89	0,33
Reg. Quad.	0,39	0,18	0,02*	0,75	0,73	0,97
CV(%)	17,33	13,43	29,88	24,09	27,71	7,81
Modos de aplicação						
Dezembro	24,90	1,37	11,94	11,42	4,47	2,07
Nov/Dez	25,34	1,37	10,83	11,24	4,68	1,99
Nov/Dez/Jan	26,92	1,40	9,82	11,36	5,11	2,01
Doses de N						
0	25,81	1,40	11,41	11,21	4,65	2,08
50	24,93	1,33	11,97	10,68	4,75	1,99
150	26,25	1,48	8,59	11,27	4,85	2,04
250	24,36	1,37	10,57	11,57	4,78	2,03
350	27,25	1,32	11,78	11,97	4,73	1,98
K	$Y = 0,00007 X^2 - 0,02X + 11,97$				$R^2 = 59,43$	

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Através da análise de desdobramento dos teores de S, verifica-se que houve efeito significativo a modos de aplicação na doses de  $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , sendo o a aplicação única em dezembro proporcionou os maiores teores de S. Com relação a dose de N, verifica-se que houve efeito significativo para modos de aplicação sem parcelamento do fertilizante, onde o ajuste quadrático com incremento até a dose de  $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$ . (Tabela 12)



**TABELA 12** - Valores de médios de S em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N (2008/2009).

Fatores	Valores médios de Enxofre (S)				
Doses x Modos	0	50	150	250	350
Dezembro	1,95	1,98	2,26 a	2,09	2,04
Nov/Dez	2,03	2,02	2,00 b	1,97	1,95
Nov/Dez/Jan	2,18	2,03	1,94 b	1,92	1,98
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F(linear)	0,31		0,37		0,07
P>F(quadrática)	0,02*		0,60		0,08
r <sup>2</sup>	11,09		13,88		49,04
R <sup>2</sup>	69,63		18,41		96,61
Dezembro	$Y = -0,000007X^2 + 0,002X + 1,93$				

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os teores foliares dos micronutrientes estão na Tabela 13, onde observa-se efeito significativo para modos de aplicação para Zn e Cu e interação entre modos de aplicação e dose de N para Fe. As aplicações crescentes de N influenciaram o teor de Mn, tendo um incremento do valor até a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>. Para modos de aplicação tem-se que o maior teor de Zn encontra-se na aplicação realizada em três vezes, novembro-dezembro-janeiro e para Cu o maior teor verifica-se com a aplicação em dezembro e novembro-dezembro. Sanzonowicz 2003, também determinou o teor foliar dos micronutrientes, porém seus resultados não apresentaram efeito significativo de acordo com as doses de N e modos de aplicação.

**TABELA 13** - Valores médios dos teores foliares ( $\text{mg. kg}^{-1}$ ) de, Mn, Zn, Fe, e Cu obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2006-2007).

Tratamentos	Mn	Zn	Fe	Cu	
Dose(D)	0,04*	0,61	0,93	0,56	
Modos(M)	0,37	0,0001**	0,21	0,02**	
p<F	D*M	0,33	0,06	0,01**	0,66
	Reg.	0,18	0,79	0,50	0,63
	Linear				
	Reg.	0,01**	0,11	0,84	0,83
	Quad.				
CV(%)	24,71	33,31	24,70	52,61	
Modos de aplicação					
	Dezembro	190,00	10,45b	317,05	3,25ab
	Nov/Dez	175,00	10,00b	299,00	3,65a
	Nov/Dez/Jan	171,00	14,15a	276,45	2,25b
Doses de N					
	0	152,26	10,33	306,00	2,50
	50	172,57	11,83	307,00	3,58
	150	196,34	12,41	289,16	2,91
	250	167,67	12,25	297,66	3,00
	350	176,55	10,83	288,33	3,25
Mn	$Y = - 0,0011X^2 + 0,46X + 152,26$			$R^2 0,82$	

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O desdobramento da interação entre doses de N e modos de aplicação para Fe, onde verifica-se modos de aplicação único foi significativa as doses de N aplicadas, tendo ajuste linear, porém inversamente proporcional ao incremento das doses, ou seja, quanto maior a dose de N aplicado menor teor foliar de Fe.(Tabela 14)

**TABELA 14** - Valores de médios de Fe em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Valores médios de Ferro (Fe)				
Doses x Modos	0	50	150	250	350
Dezembro	331,00ab	356,00	338,50	291,00	267,25
Nov/Dez	363,25a	262,00	269,00	360,00	245,50
Nov/Dez/Jan	226,00b	302,50	260,00	241,00	352,25
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F(linear)	0,07*		0,31		0,11
P>F(quadrática)	0,51		0,96		0,30
r <sup>2</sup>	78,63				
R <sup>2</sup>					
Dezembro	Y = - 0,2261X + 352,92				

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os teores foliares dos micronutrientes não foram influenciados significativamente pelas doses e modos de aplicação de N (Tabela 15).

**TABELA 15** - Valores médios dos teores foliares (mg. kg<sup>-1</sup>) de, Mn, Zn, Fe, e Cu obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008)

Tratamentos	Mn	Zn	Fe	Cu
Dose(D)	0,14	0,43	0,32	0,99
Modos(M)	0,69	0,57	0,81	0,54
p<F D*M	0,96	0,61	0,33	0,71
Reg. Linear	0,57	0,10	0,64	0,87
Reg. Quad.	0,11	0,58	0,07	0,89
CV(%)	54,51	128,18	23,07	41,28
Modos de aplicação				
Dezembro	163,40	3,45	249,30	7,25
Nov/Dez	149,70	2,30	237,95	6,35
Nov/Dez/Jan	173,70	2,60	243,35	6,95
Doses de N				
0	174,06	1,56	224,97	6,97
50	154,62	2,16	242,12	6,89
150	137,98	3,05	260,12	6,78
250	150,99	3,53	257,31	6,76
350	193,66	3,59	232,84	6,82

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A análise dos teores foliares no de 2008/09 de Mn, Zn, Fe, e Cu, estão na Tabela 16, observa-se que as doses crescentes de N influenciaram significativamente os teores foliar do Cu tendo os valores aumentado com o acréscimo das doses de N aplicadas, essa significância do cobre com aplicação do adubo nitrogenado pode ser explicado pelo fato de que o uso de altas doses de fertilizantes nitrogenados causam acidificação do solo (FREIRE et al., 2001), a disponibilidade do Cu está correlacionada ao pH, quanto mais ácido o meio maior a disponibilidade do nutriente para planta (MELLO et al., 1984), desde que haja disponibilidade do nutriente no solo.

**TABELA 16 -** Valores médios dos teores foliares ( $\text{mg. kg}^{-1}$ ) de, Mn, Zn, Fe, e Cu obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2008/2009)

Tratamentos	Mn	Zn	Fe	Cu
Dose(D)	0,19	0,52	0,58	0,0001**
Modos(M)	0,59	0,68	0,59	0,31
p<F D*M	0,92	0,17	0,15	0,20
Reg. Linear	0,83	0,35	0,80	0,0001**
Reg. Quad.	0,09	0,36	0,31	0,91
CV(%)	51,32	97,80	24,90	31,60
Modos de aplicação				
Dezembro	163,40	2,05	249,30	7,25
Nov/Dez	144,60	2,15	230,40	8,00
Nov/Dez/Jan	140,05	1,65	244,35	8,45
Doses de N				
0	189,58	1,75	242,16	6,58
50	117,00	1,83	229,08	6,33
150	140,41	2,00	265,66	8,41
250	137,00	1,41	239,08	8,41
350	162,75	2,75	230,75	9,75
Cu	$Y = 0,009X + 6,38 \quad r^2 = 91,13$			

\*\*:\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores de Clorofila a, Clorofila b e Clorofila total, para o ano agrícola de 2006/2007, da planta de café, verifica-se efeito significativo apenas para a interação entre doses e modos de aplicação, (TABELA 17). Folhas com elevado teor de nitrogênio apresentam maiores teores de clorofila, o que resulta numa melhor capacidade sintética, e analisando os teores de N correspondente ao ano de 2006/2007, mostra-se que a absorção do N pela planta não foi tão eficaz, assim, não ocorrendo efeito significativo para os teores de clorofila com relação a doses de N.

**TABELA 17** - Valores médios de Clorofila a, clorofila b, Clorofila total ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ), obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2006/2007)

Tratamento	Clor. a	Clor. b	Clor. total
Doses(D)	0,79	0,81	0,79
Modos(M)	0,19	0,20	0,19
P>F D*M	0,04*	0,04*	0,04*
Reg. Linear	0,05	0,05	0,054
Reg. Quad.	0,43	0,44	0,44
CV (%)	12,84	12,85	12,85
Doses de N (D)			
0	31,04	22,74	54,94
50	32,62	23,43	55,71
150	33,76	24,44	57,24
250	34,46	24,95	58,77
350	34,46	24,96	60,31
Modos de aplicação (M)			
Dezembro	33,42	24,20	57,63
Novembro e Janeiro	33,66	24,37	58,04
Nov/Dez/Jan	32,78	23,74	56,52

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na análise do desdobramento da interação entre doses de N e modos de aplicação para a Clorofila a, TABELA 18, verifica-se que a dose de 250 kg de N  $\text{ha}^{-1}$ , propiciou diferenças significativas entre os modos de aplicação resultando no maior teor de clorofila na aplicação única em dezembro, ocorrendo um melhor aproveitamento do N pela planta, na síntese de da clorofila a. Com relação a modos de aplicação dentro das doses de N, observa-se efeito significativo com ajuste linear para as aplicações únicas e parcelada em dois momentos.

**TABELA 18 -** Valores Clorofila a ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Clorofila a				
Doses x Modos					
Modos dentro de dose	0	50	150	250	350
Dezembro	29,92	32,11	31,14	38,81a	35,13
Nov/Dez	30,98	32,53	36,32	30,45b	38,03
Nov/Dez/Jan	31,39	34,80	35,04	31,23b	31,45
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/dez	Nov/dez/jan		
P>F (linear)	0,016*	0,08*	0,51		
P>F (quadratica)	0,49	0,39	0,30		
$r^2$	56,00	30,00			
$R^2$	60,00	32,00			
Dez	$Y = 0,018X + 30,43$				
Nov/Dez	$Y = 0,012X + 31,58$				

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a clorofila b, verificou-se a influência significativa do modos de aplicação com as doses crescentes de N, os valores contidos na TABELA 19, mostra que a aplicação parcela em três momentos, não teve efeito nos teores de Clorofila b, sendo que quando aplicado o nutriente de forma única ou parcelada em duas vezes, houve ajuste linear, ou seja, quanto maior a dose de N, maior o valor do teor de clorofila b.

**TABELA 19 -** Valores Clorofila b ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Clorofila b				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	21,67	23,25	22,55	28,11	25,44
Nov/Dez	22,43	23,56	26,30	22,04	27,54
Nov/Dez/Jan	22,73	25,20	25,37	22,61	22,77
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/dez	Nov/dez/jan		
P>F (linear)	0,016*	0,08*	0,51		
P>F (quadratica)	0,49	0,39	0,30		
$r^2$	56,00	30,00	13,00		
$R^2$	60,00	32,00	45,00		
Dez	$Y = 0,01X + 22,03$				
Nov/Dez	$Y = 0,009X + 22,87$				

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na TABELA 20, verifica-se os valores da interação de doses de N e modos de aplicação para clorofila total têm - se efeito significativo para a dose de 250 kg de N ha<sup>-1</sup>, sendo o maior teor na aplicação única. Com relação ao efeito de doses dentro de modos de aplicação observa - se ajuste linear para aplicações realizadas em dezembro e novembro e dezembro, resultados esses semelhantes com relação a análise de clorofila a, correspondendo a absorção de N mais eficaz na síntese de clorofila, quando aplicada a dose de 250 kg de N e parcelada em até duas vezes.

**TABELA 20** - Valores Clorofila total ( $\mu\text{g}$ , mL<sup>-1</sup>) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Clorofila total				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	51,60	53,37	53,70	66,92a	60,75
Nov/Dez	43,42	56,10	62,62	52,47b	65,75
Nov/Dez/Jan	54,12	60,00	60,42	53,85b	54,22
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/dez	Nov/dez/jan		
P>F (linear)	0,016*	0,08*	0,51		
P>F (quadrática)	0,49	0,39	0,30		
r <sup>2</sup>	56,00	30,00	13,00		
R <sup>2</sup>	60,00	32,00	45,00		
Dez	Y = 0,003X + 52,46				
Nov/Dez	Y = 0,002X + 54,45				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Folhas com elevado teor de nitrogênio apresentam grandes teores de clorofilas o que resulta em melhor capacidade fotossintética, na Tabela 21, tem - se os valores dos teores de clorofila para ano agrícola 2007/2008, observa - se que houve efeito significativo para todas as variáveis estudadas. Com relação à dose de N, verifica-se que para a clorofila a, o ajuste foi linear, e para clorofila b e total, o ajuste foi quadrática com o incremento até a dose de 250 Kg de N ha<sup>-1</sup>, o nitrogênio interfere na eficiência com que a biomassa é produzida, assim a planta apresenta menor taxa de fotossíntese na falta do elemento (LAWLOR, 1994,) para os modos de aplicação verifica-se que a aplicação única para clorofila b, e aplicação em dois momentos para clorofila a e total, foram encontrados os maiores teores de clorofila, mostrando que a aplicação parcelada em até duas vezes teve uma melhor eficiência de absorção do elemento pela planta devido a alta precipitação no mês de janeiro quando foi realizado a terceira aplicação de N, podendo ter ocorrido lixiviação do fertilizante.

**TABELA 21** - Valores médios de Clorofila a, clorofila b, Clorofila totais ( $\mu\text{g}$ ,  $\text{mL}^{-1}$ ) da planta obtidos nos tratamentos de doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008)

Tratamento	Clor. a	Clor. b	Clor. total
Doses(D)	0,0001**	0,0001**	0,0001**
Modos(M)	0,0001**	0,0001**	0,0001**
P>F D*M	0,0001**	0,0001**	0,0001**
Reg. Linear	0,0001**	0,0001**	0,0001**
Reg. Quad.	0,20	0,0001**	0,0001**
CV (%)	0,49	0,63	0,28
Modos de aplicação (M)			
Dezembro	24,11 c	20,35 a	44,41 b
Nov/Dez	26,38 a	20,08 b	45,49 a
Nov/Dez/Jan	25,60 b	19,01 c	43,65 c
Doses de N (D)			
0	25,34	24,24	48,94
50	26,51	19,37	45,25
150	22,82	12,11	34,29
250	27,65	25,05	52,05
350	24,47	18,30	42,77

$$\text{Clor. a} \quad Y = -0,006X + 25,47; r^2 = 3,00$$

$$\text{Clor. b} \quad Y = 0,0001X^2 - 0,05X + 22,48; R^2 = 15,00$$

$$\text{Clor. total} \quad Y = 0,0001X^2 - 0,05X + 47,28; R^2 = 9,00$$

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As análises dos desdobramentos das interações com relação a doses de N e modos de aplicação para clorofila a, (Tabela 22), tem - se a influência dos modos de aplicação nas doses de N, os dados mostram que o ajuste foi quadrático para os três momentos de aplicação sendo que o ponto de incremento do teor de clorofila a, foi com a dose de  $250 \text{ kg de N ha}^{-1}$ . Com relação a modos de aplicação dentro de doses, os maiores teores foram encontrados quando a aplicação foi realizada em três vezes, isso a partir da dose de  $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$ , mostrando que doses altas de N deve ser aplicado parceladamente para que a planta absorva o elemento de acordo com a necessidade.



**TABELA 22** - Valores Clorofila a ( $\mu\text{g}, \text{mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).

Fatores	Clor. a				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	27,67	25,69 c	19,25 c	27,30 b	20,67 c
Nov/Dez	27,02	27,89 a	23,99 b	27,77 a	25,17 b
Nov/Dez/Jan	21,33	25,97 b	25,23 a	27,89 a	27,58 a
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/Dez	Nov/Dez/Jan		
p>F(linear)	0,0001**	0,0001**	0,0001**		
p>F(quadrática)	0,0001**	0,0001**	0,0001**		
r <sup>2</sup>	0,22	0,12	0,66		
R <sup>2</sup>	0,26	0,14	0,77		
Dezembro	$Y = 0,00005 X^2 - 0,03X + 26,86$				
Nov/Dez	$Y = 0,0001X^2 - 0,09X + 27,62$				
Nov/Dez/Jan	$Y = -0,00006 X^2 + 0,03X + 22,37$				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O desdobramento da interação de doses de N e modos de aplicação para a clorofila b (Tabela 23) verificam-se que o ajuste quadrático com o maior teor de clorofila b variou de acordo com os modos de aplicação, para modo parcelado em dois momentos o incremento do teor de clorofila ocorreu até a dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, para aplicação em três momentos o ajuste foi linear, quanto maior a doses de N aplicado, a clorofila b tem incremento dos valores dos teores. Com relação a modos dentro de doses de N, verifica-se que exceto a dose de 350 kg de N ha<sup>-1</sup>, os maiores teores de clorofila b, foram obtidos com aplicações parcelada do N.

**TABELA 23** - Valores Clorofila b ( $\mu\text{g, mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).

Fatores	Clor. b				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	40,36 a	14,86b	9,04c	31,38a	6,12c
Nov/Dez	24,48 b	28,69a	13,03b	19,90c	14,33b
Nov/Dez/Jan	7,90 c	14,58c	14,27a	23,87b	34,45a
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/Dez	Nov/Dez/Jan		
p>F( linear)	0,21	0,0001**	0,0001**		
p>F(quadrática)	0,19	0,0001**	0,0001**		
r <sup>2</sup>		0,50	0,92		
R <sup>2</sup>		0,54	0,95		
Nov/Dez	Y = 0,0001X <sup>2</sup> - 0,06X + 26,68				
Nov/Dez/Jan	Y = 0,06X + 7,92				

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para clorofila total o desdobramento entre os fatores, Tabela 24, apresentou ajuste quadrático para os três modos de aplicação, quando analisados modos de aplicação dentro de doses de N, sendo que aplicação parcelada em duas vezes, o incremento do teor de clorofila foi até a dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, e para aplicação realizada em três momentos o incremento ocorreu até a dose de 350 kg de N ha<sup>-1</sup>. Para o efeito de doses dentro de modos de aplicação, verifica-se que os maiores teores de clorofila total, foram encontrados na dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup> na aplicação em dois momentos e na dose de 350 kg de N ha<sup>-1</sup> quando o aplicou o nitrogênio parcelado em três momentos.

**TABELA 24** - Valores Clorofila total ( $\mu\text{g}, \text{mL}^{-1}$ ) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).

Fatores	Clor. total				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	68,02 a	40,54 b	28,29 c	58,68 a	26,55c
Nov/Dez	50,54 a	55,62 a	36,06 b	46,71 c	38,54 b
Nov/Dez/Jan	28,26 b	39,59 c	38,54 a	50,79 b	61,07 a
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/Dez	Nov/Dez/Jan		
p>F( linear)	0,14	0,0001**	0,0001**		
p>F(quadrática)	0,10	0,0001**	0,0001**		
$r^2$	0,25	0,42	0,92		
$R^2$	0,27	0,46	0,93		
Nov/Dez	$Y = 0,00001 X^2 - 0,07X + 52,98$				
Nov/Dez/Jan	$Y = 0,0007 X^2 + 0,05X + 31,22$				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para o ano agrícola 2008/2009 o nitrogênio aplicado não influenciou significativamente os teores de clorofila a, b e total, a planta não absorveu o elemento aplicado, provavelmente o N do solo supriu suas exigências nutricionais, pois a planta não apresentou sintomas de deficiência em nenhum ano que foi conduzido o estudo. (Tabela 25)

**TABELA 25** - Valores médios de Clorofila a, clorofila b, Clorofila total, ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) da planta, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2008/2009)

Tratamento	Clor. a	Clor. b	Clor. total
Doses(D)	0,94	0,98	0,97
Modos(M)	0,88	0,94	0,91
D*M	0,53	0,62	0,57
Reg. Linear	0,56	0,79	0,66
Reg. Quad.	0,84	0,93	0,88
CV (%)	22,78	22,87	22,79
Modos de aplicação (M)			
Dezembro	27,41	23,17	52,10
Nov/Dez	27,62	23,52	51,15
Nov/Dez/Jan	27,41	23,17	50,59
Doses de N (D)			
0	26,47	22,81	49,29
50	28,29	23,94	52,24
150	27,79	23,34	51,13
250	27,97	23,52	51,50
350	28,47	23,77	52,24

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores do índice SPAD em três posições da planta, estão na Tabela 26, onde verificou-se que não houve efeito significativo em função da utilização de doses crescentes de N e modos de aplicação. Porém verifica-se a interação entre doses e sistema de aplicação de N para as leituras realizadas na região apical da planta.

**TABELA 26** - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, apical, mediana e basal, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2006/2007)

Tratamento	Apical	Mediana	Basal
Doses(D)	0,89	0,29	0,35
Sistemas(M)	0,65	0,07	0,58
p>F D*M	0,0001*	0,29	0,29
Reg. Linear	0,73	0,68	0,19
Reg. Quadrática	0,61	0,09	0,17
CV (%)	11,27	9,53	9,77
Doses de N (D)			
0	48,38	62,81	62,71
50	48,46	62,28	61,63
150	48,97	61,78	61,67
250	48,45	62,06	61,30
350	48,65	63,11	61,72
Sistemas de aplicação (M)			
Dezembro	48,32	62,13	61,70
Novembro/Janeiro	48,76	63,11	62,13
Nov/Dez/Jan	48,66	61,98	61,58

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Por outro lado com relação a época de avaliação, analisando os valores das leituras SPAD realizadas nas regiões mediana e basal verifica-se uma tendência de decréscimo dos valores das leituras após o mês de fevereiro até o mês de novembro do próximo ano, ocorrendo incremento no valor das leituras com as aplicações de N e com as precipitações, tal fato pode ser devido segundo Schadchina e Dmitrieva, (1995) à correlação das leituras SPAD de clorofila com o teor de N na planta, essa relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50% a 70% do N total das folhas serem integrantes de enzimas como a redutase do nitrato (NR) que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN; BARRETO, 1997). (Tabela 27)

**TABELA 27** - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, apical, mediana e basal, em função das épocas de avaliação, 2006-2007.

Época	Apical	Mediana	Basal
Novembro	47,98	54,71	51,82
Dezembro	41,23	63,74	60,10
Janeiro	53,8	66,47	62,73
Fevereiro	46,29	68,98	70,31
Março	50,74	64,57	64,41
Abril	50,33	65,20	64,89
Maio	52,13	60,45d	59,51
Junho	46,39	60,28	62,30
Julho	49,01	60,70	61,73
Agosto	45,36	61,47	62,24
Setembro	47,58	61,86	62,11
Outubro	52,13	60,45	59,51

Na Tabela 28 estão apresentados os desdobramentos da interação entre doses de N e modos de aplicação para o índice SPAD na posição apical da planta. A interação entre doses e sistema de aplicação de N para as leituras realizadas na região apical pode ser explicado pela maior capacidade de síntese de clorofila das folhas mais jovens presente na região apical (FERRI, 1998). Verifica-se na Tabela 26 efeito significativo para doses dentro de sistema de aplicação, onde o parcelamento de N na dose de 250 kg N ha<sup>-1</sup> os maiores valores de leitura SPAD com aplicação realizada em novembro-dezembro-janeiro, e na dose de 150 kg N ha<sup>-1</sup> os maiores valores foram obtidos com a aplicação única e parcelada em dois momentos. Com relação a sistemas dentro de doses de N, observa-se efeito no sistemas de aplicação em novembro-dezembro com ajuste quadrático com incremento no valor de leitura até a dose de 150 kg N ha<sup>-1</sup>.

**TABELA 28 -** Valores de médios de índice SPAD na Região apical do cafeeiro em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007)

Fatores	Apical				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	48,00	49,14	49,20 a	47,10 b	48,17
Nov/Dez	47,38	48,84	51,16 a	47,91 ab	48,53
Nov/Dez/Jan	49,75	47,41	46,55 b	50,34 a	49,26
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez	Dez/Nov/Dez	
P>F( linear)	0,58		0,76	0,27	
P>F(quadrática)	0,69		0,018*	0,06	
r <sup>2</sup>					
R <sup>2</sup>	46,00				
Nov/Dez	Y= -0,00006X <sup>2</sup> + 0,0240X + 47,73				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando-se a Tabela 29 verificou-se que houve efeito de doses de nitrogênio sobre leituras SPAD para as regiões mediana e basal. A regressão entre doses de N e leituras SPAD para posição mediana teve um ajuste quadrático com incremento da leitura SPAD até a dose de 250 kg N ha<sup>-1</sup>. Para posição basal o ajuste foi linear, ou seja, quanto maior a dose de N aplicada maior o valor de Leitura SPAD.

Com relação aos sistemas de aplicação, as leituras realizadas nas posições mediana e basal da planta, houve efeito significativo, onde observa - se que os maiores valores SPAD foram obtidos através da adubação parcelada, provavelmente pela síntese de N na planta, com aplicações recentes do nutriente no momento das leituras. Reis et al. (2006), desenvolveu um trabalho com cafeeiro em Sud Mennucci-SP com solo Argissolo Vermelho-Amarelo, com objetivo avaliar o efeito de diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre o teor de clorofila e de N nas folhas do cafeeiro e verificaram que a maior leitura SPAD foi obtida com doses de 350 kg de N ha<sup>-1</sup>.

**TABELA 29** - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, ápice, mediana e basal, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008)

Tratamento	Apical	Mediana	Basal
Doses(D)	0,53	0,002**	0,0004**
Modos(M)	0,23	0,002**	0,0007**
P>F D*M	0,03*	0,32	0,006**
Reg, Linear	0,12	0,001**	0,0001**
Reg, Quad,	0,81	0,02*	0,37
CV (%)	11,78	9,49	9,78
Doses de N (D)			
0	50,53	62,92	61,71
50	50,33	63,45	63,86
150	50,00	65,11	63,66
250	49,75	65,15	64,13
350	49,60	64,78	64,93
Mediana	$Y = -0,0004X^2 - 0,02X + 62,80 R^2 = 96,00$		
Basal	$y = 0,007x + 62,539 R^2 = 70,69$		
Modos de aplicação (M)			
Dezembro	49,96	63,48 b	62,44 b
Nov/Dez	50,54	63,99 b	64,00 a
Nov/Dez/Jan	49,63	65,37 a	64,53 a

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para época de avaliação, (Tabela 30), os maiores valores de leitura SPAD foram, em janeiro para avaliação na posição apical da planta e fevereiro mediana e posição basal, nota – se que a o maior valor e o menor valor da média geral, ocorreram nos meses de fevereiro e novembro, para as leituras realizadas na posição mediana, valores que serão detalhados para cálculo da estimativa de recomendação da adubação nitrogenada.



**TABELA 30** - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, apical, mediana e basal, em função das épocas de avaliação, 2007-2008.

Época	Apical	Mediana	Basal
Novembro	49,72	56,93	54,03
Dezembro	43,35	65,64	62,20
Janeiro	55,48	67,86	64,33
Fevereiro	48,17	70,10	71,86
Março	52,40	65,99	65,45
Abril	51,84	66,76	66,56
Maio	53,97	62,60	61,27
Junho	48,07	62,14	63,74
Julho	50,52	62,77	63,51
Agosto	47,51	62,90	63,56
Setembro	49,20	63,55	64,04
Outubro	52,92	62,23	59,80

Os valores observados no desdobramento da interação entre doses e sistemas de aplicação de N, estão na Tabela 31, onde verifica-se efeito significativo para aplicação de forma única dentro do fator doses, ocorrendo decréscimo dos valores das leituras com o incremento das doses aplicadas. Na Tabela 31 observa-se também que a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup> afetou os valores das leituras com relação aos sistemas de aplicação, proporcionando o maior valor SPAD com aplicação de N em dois momentos (Nov/Dez).

**TABELA 31** – Valores do desdobramento da interação para variável índice SPAD na região apical da planta, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008)

Fatores	Apical				
Doses x Modos					
Modos dentro de dose	0	50	150	250	350
Dezembro	50,38	51,59	49,04 b	50,22	48,56
Nov/Dez	50,34	49,66	52,16 a	49,18	51,33
Nov/Dez/Jan	50,26	51,59	48,64 b	49,51	49,09
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/Dez	Dez/Nov/Dez		
P>F( linear)	0,04*	0,56	0,19		
P>F(quadrática)	0,82	0,95	0,48		
r <sup>2</sup>	49,00				
R <sup>2</sup>					
DEZ	Y= - 0,05X + 50,90				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando o desdobramento da interação entre doses e sistemas de aplicação de N para o índice SPAD na posição basal da planta (TABELA 32), verifica-se efeito do parcelamento de N na maior dose aplicada, proporcionando maiores leituras SPAD. Observa-se que a aplicação parcelada em três momentos, teve efeito significativo com ajuste positivo, ou seja, quanto maior a dose de N aplicada maior o valor de Leitura SPAD. Tal resultados podem ser explicado pelo fato do aparelho Minolta SPAD 502, medir a intensidade da coloração verde da folha, Malavolta et al. (1997), comentam que o N participa da constituição da clorofila e pode ser mensurado pelas leituras realizadas com o medidor portátil de clorofila.

**TABELA 32** – Valores da interação Índice SPAD na região basal da planta, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2007/2008)

Fatores	Basal				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	61,96	63,51	60,19	63,13	63,40 b
Nov/Dez	62,27	64,48	64,75	64,02	64,49 ab
Nov/Dez/Jan	60,89	53,59	66,04	65,25	66,90 a
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/Dez	Dez/Nov/Dez		
P>F( linear)	0,38	0,28	0,0001**		
P>F(quadrática)	0,16	0,24	0,07		
r <sup>2</sup>			76,00		
R <sup>2</sup>					
Dez/Nov/Dez	Y= 0,01X + 62,22				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O efeito de doses crescentes de nitrogênio e sua relação com leituras SPAD de clorofila na folha para as regiões medianas e basais avaliados em 2008/09 estão na Tabela 33. A regressão entre dose de N e leituras SPAD para posição mediana e basal o ajuste foi linear, ou seja, quanto maior a dose de N aplicada maior o valor de Leitura SPAD. Dados que concordam com Reis et al. (2006), que verificaram que a maior leitura SPAD foi obtida com doses de 350 kg de N ha<sup>-1</sup>.

Para as posições apical e basal observa-se o efeito da interação entre modos de aplicação e dose de N.

**TABELA 33** - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, ápice, mediana e basal, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2008/2009)

Tratamento	Ápice	Mediana	Basal
Doses(D)	0,54	0,0001**	0,0001**
Modos(M)	0,82	0,0001**	0,0001**
P>F D*M	0,22	0,35	0,0001**
Reg. Linear	0,86	0,01**	0,0001**
Reg. Quad.	0,08	0,69	0,37
CV (%)	22,51	11,77	9,76
Doses de N (D)			
0	70,46	73,63	67,88
50	71,38	77,39	70,25
150	72,68	74,89	70,02
250	72,28	76,94	70,55
350	69,90	77,21	71,43
Mediana	$Y = 0,006727X + 74,94$ $R^2 = 33,39$		
Basal	$Y = 0,007703X + 68,79$ $R^2 = 0,74$		
Modos de aplicação (M)			
Dezembro	70,81	73,92 b	68,68 b
Nov/Dez	71,56	76,84 a	70,40 a
Nov/Dez/Jan	71,65	77,27 a	70,99 a

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação época de avaliação os maiores valores de leitura SPAD foram obtidos no mês de fevereiro, após o término da adubação nitrogenada, tais resultados podem ser explicados pelo fato do aparelho Minolta SPAD 502 medir a intensidade da coloração verde da folha, que está relacionada a clorofila e esta com o teor N (Tabela 34). Observa-se também que o maior e o menor valor da media geral da leitura SPAD foram obtidos no mês de fevereiro e novembro respectivamente, valores que serão utilizados para calculo da estimativa da recomendação de N através da leitura indireto de clorofila.

**TABELA 34** - Valores médios do índice SPAD, em três regiões da planta, apical, mediana e basal, em função das épocas de avaliação, 2008-2009.

Época	Apical	Mediana	Basal
Novembro	65,63	66,89	59,43
Dezembro	69,94	74,91	68,42
Janeiro	75,55	78,72	70,76
Fevereiro	76,99	84,28	79,04
Março	74,71	78,40	71,99
Abril	72,99	78,73	73,22
Mai	71,59	73,01	67,40
Junho	68,49	76,18	70,11
Julho	69,03	75,66	69,86
Agosto	70,80	75,12	69,92
Setembro	70,03	74,37	70,44
Outubro	58,21	74,17	65,78

O desdobramento da interação entre doses de N e modos de aplicação para as leituras na posição basal da planta foram apresentados na TABELA 35, onde verifica que a aplicação parcelada em três momentos influenciou os valores de leitura SPAD linearmente. E com relação a dose dentro de modos a análise não demonstra efeito significativo na aplicação de N.

**TABELA 35** – Valores da interação Índice SPAD na região basal da planta, obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação. (2008/2009)

Fatores	Basal				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	68,16	69,86	66,21	69,44	69,74
Nov/Dez	68,50	70,93	71,22	70,94	70,42
Nov/Dez/Jan	66,98	69,94	72,64	71,77	73,60
Doses dentro de modos	Dezembro	Nov/Dez	Dez/Nov/Dez		
P>F(linear)	0,38	0,22	0,0001**		
P>F(quadrática)	0,15	0,24	0,07		
r <sup>2</sup>			76,13		
R <sup>2</sup>			87,52		
Dez/Nov/Dez	Y= 0,015919X + 68,44				

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores do índice SPAD obtidos para cafeeiro atingiram os maiores valores de média geral no mês de fevereiro, no ano agrícola 2007/08 e 2008/09. Houve efeito quadrático para doses de N, para leituras na região mediana com incremento do seu valor até a dose de 250 kg de N ha<sup>-1</sup>, e para o ano de 2008/09 o incremento ocorreu até a dose de 350 kg de N ha<sup>-1</sup> (Tabela 36), Reis et al. (2006), obtiveram o maior valor de leitura SPAD com a dose de 350 kg de N ha<sup>-1</sup>, no mês de janeiro. Os autores ainda concluíram que a melhor posição da planta para se predizer necessidade de adubação nitrogenada através das leituras de índice SPAD é região mediana da planta.

**TABELA 36** - Valores médios do índice SPAD, em três posições na planta, em função da aplicação de doses de N e modos de aplicação no cafeeiro. Selvíria-MS, anos agrícolas 2007/08 e 2008/09 para o mês de fevereiro.

Tratamento	Apical		Mediana		Basal	
	07/08	08/09	07/08	08/09	07/08	08/09
Doses(D)	0,82	0,97	0,001**	0,001**	0,74	0,74
Modos(M)	0,47	0,84	0,71	0,81	0,35	0,35
p>F D*M	0,11	0,70	0,99	0,84	0,44	0,44
Reg. Linear	0,40	0,73	0,001**	0,001**	0,81	0,44
Reg. Quadrática	0,48	0,66	0,001**	0,018*	0,19	0,20
CV (%)	10,35	26,63	6,52	13,76	5,80	5,80
Doses de N (D)						
0	46,22	75,87	62,16	64,77	71,31	78,44
50	47,87	75,06	70,89	86,91	72,61	79,87
150	47,80	78,26	71,56	84,28	73,49	80,84
250	48,60	80,07	72,96	85,60	72,80	80,08
350	47,93	76,62	71,33	88,21	71,90	79,09
Mediana 07/08	$Y = - 0,00018 X^2 + 0,08 X + 64,03 R^2 = 80,57$					
Mediana 08/09	$Y = - 0,0002 X^2 + 0,014 X + 70,87 R^2 = 61,07$					
Modos de aplicação (M)						
Dezembro	46,83	78,84	69,14	86,47	71,33	79,48
Nov/Dez	48,73	83,60	69,89	81,72	72,73	81,74
Nov/Dez/Jan	46,83	72,34	70,31	84,64	73,20	81,29

\*\*,\* - significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os menores valores de leituras SPAD, foram obtidos no mês de novembro de 2007 e 2008 época que ainda não havia realizada a aplicação de N. Nota-se (Tabela 37) que pelo fato de não ter sido aplicado o N, não houve efeito significativo das variáveis com relação aos fatores estudados. Verificou-se também que o menor valor da leitura na posição mediana foi de 52,61 e 60,47, (2007 e 2008 respectivamente), valores que serão utilizado para o cálculo da

estimativa de recomendação da adubação nitrogenada pelas leituras SPAD, em folhas da região mediana do cafeeiro em cv. Catuai Vermelho linhagem IAC 144.

**TABELA 37** - Valores médios do índice SPAD, em três posições na planta, em função da aplicação de doses de N e modos de aplicação no cafeeiro. Selvíria-MS, anos agrícola 2007/08 e 2008/2009 para o mês de novembro.

Tratamento	Apical		Mediana		Basal	
	07/08	08/09	07/08	08/09	07/08	08/09
Doses(D)	0,15	0,97	0,30	0,09	0,54	0,54
Modos(M)	0,37	0,91	0,54	0,55	0,55	0,55
p>F D*M	0,07	0,57	0,22	0,22	0,57	0,57
Reg. Linear	0,57	0,66	0,03	0,07	0,12	0,12
Reg. Quadrática	0,03	0,88	0,89	0,71	0,83	0,83
CV (%)	7,88	18,18	10,78	12,15	11,49	11,49
Doses de N (D)						
0	51,62	62,29	52,61	60,47	51,92	57,11
50	48,37	65,24	53,25	65,86	51,64	56,81
150	48,72	64,13	54,63	68,95	54,43	59,88
250	48,13	64,50	55,48	63,85	53,65	59,02
350	50,28	65,24	57,40	71,09	55,21	60,73
Modos de aplicação (M)						
Dezembro	49,49	66,67	55,62	68,86	52,35	63,02
Nov/Dez	50,26	68,07	53,65	70,88	53,27	60,13
Nov/Dez/Jan	48,52	57,65	54,84	67,10	54,48	56,48

\*\*\* - significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

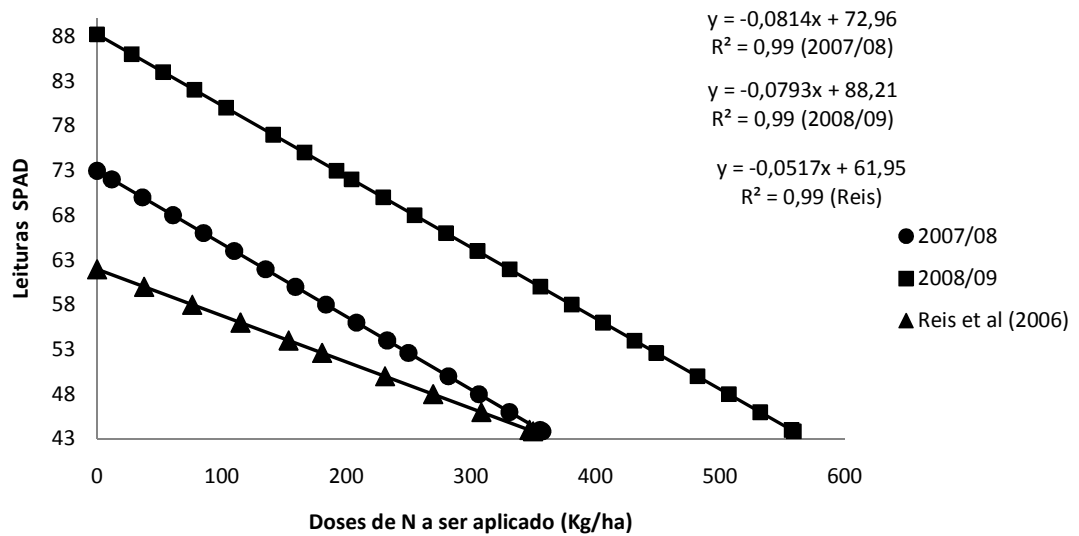
Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a estimativa da recomendação de adubação nitrogenada com base nas leituras SPAD de clorofila para cafeeiro, (Figura 1 curva A), utilizaram - se os dados referentes ao ano agrícola 2007/08 e 2008/09, pois houve efeito significativo das doses com relação as leituras SPAD na posição mediana. No primeiro ano a dose 250 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou o maior valor das leituras (72,96 SPAD) em fevereiro de 2008, mês de maior média geral das leituras SPAD. Já as menores leituras foram obtidas no mês de novembro 2008 e o menor valor de testemunha foi de 52,61 no mesmo mês.

Para o cálculo matemático da recomendação  $X = (72,96 - Y) 12,28$ , tem -se que: X = recomendação de N em kg ha<sup>-1</sup>; 72,96 = maior valor SPAD obtido na doses, nesse estudo a dose de 250 kg ha<sup>-1</sup> de N; Y = leitura SPAD obtida na folha; 20,35 = diferença entre a maior e a menor leitura SPAD, mas dividindo-se 250 kg N ha<sup>-1</sup> por 20,35, obtém-se valor equivalente de dose de N/Leitura SPAD, de 12,28 (kg ha<sup>-1</sup> de N). Substituindo valores SPAD no Y da função tem-se a Figura 1, em que se estimou uma leitura mínima de 52,61 SPAD e

finalizou com 72,96 SPAD (obtida na dose 250 kg ha<sup>-1</sup> de N), sendo a maior leitura obtida no trabalho. Para o ano de 2008/09 o mesmo cálculo foi realizado, obtendo a seguinte equação  $X = (88,21 - Y) 12,61$ . Essa metodologia foi descrita por Reis et al. (2006), que realizaram um estudo em Argissolo Vermelho- Amarelo, na região de Sud Mennucci (SP), com objetivo avaliar o efeito de diferentes doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre o teor de clorofila e de N nas folhas do cafeeiro, e calcular correlações com a produtividade.

Na Figura 1, tem –se as curvas de estimativa de recomendação N para cafeeiro, obtido no presente estudo (2007/08 e 2008/09) e a de Reis et al. (2006). Verifica-se que ambos os trabalhos foram realizados em cafeeiros cultivar Catuai Vermelho e com os mesmos sistemas de aplicação de N. contudo constata –se que a curva obtida no presente trabalho, apresentou maiores valores de leitura SPAD do que a curva de Reis et al.(2006), tal fato pode ter sido ocasionado pela instalação do experimento em diferentes ambientes e tipos de solo distintos (A - Latossolo, B - Argissolo). Nota-se também que os valores SPAD no ano de 2008/09 foram superiores ao comparados com o ano de 2007/08, isto pode ter ocorrido pelo fato da planta estar em formação (2007/08) e início da produção (2008/09), portanto em estudos futuros podem ser aferidos valores de Leitura SPAD superiores aos obtidos neste trabalho para esta cultivar.



**Figura 5.** Refere a estimativa da recomendação nitrogenada com base nas leituras SPAD de clorofila para cafeeiro cv. Catuaí Vermelho, para região de Selvíria – MS a curva obtida por Reis et al. (2006), para Catuaí Vermelho na região de Sud Mennucci – SP.

A resposta da planta com relação à atividade da Redutase Nitrato (RN), depende de fatores como material genético, ambiente e componentes do metabolismo do nitrato (Campell, 1999). Na análise realizada no ano agrícola de 2006/2007, 2007/08 e 2008/09 (TABELA 38), atividade enzimática RN não houve efeito significativo com o teste F e o teste de regressão, para o primeiro e último ano agrícola, esse fato pode ter ocorrido pelo desequilíbrio de algum fator que a RN é dependente para atividade enzimática, nota-se ainda que o CV para esses anos estão bem acima quando comparados a análise feita em 2007/08. Porém para o ano agrícola de 2007/08 os valores da atividade enzimática RN foi significativo com o teste de regressão, tendo o ajuste quadrático com o incremento do valor até a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>. Pacheco (1980) comenta que o potencial de assimilação do nitrato pode ser obtido pela razão entre as atividades da enzima induzida pelo nitrato e da RN inicial das folhas, portanto doses elevadas de N não significam maiores valores da atividade da RN, pois a planta não absorve todo 100% do nutriente aplicado através do fertilizante.



**TABELA 38** - Valores médios da atividade enzimática Redutase Nitrato ( $\mu$  moles de  $\text{NO}_2^-/\text{g.hora}$ ) obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro e modos de aplicação, para os anos agrícolas, 2006-2007, 2007-2008 e 2008-2009.

Tratamentos	Redutase Nitrato (RN)		
	2006-2007	2007-2008	2008-2009
Dose(D)	0,72	0,11	0,78
Modos(M)	0,16	0,66	0,10
p<F			
D*M	0,73	0,85	0,72
Reg. Linear	0,24	0,77	0,46
Reg. Quad.	0,88	0,02*	0,54
CV(%)	123,34	58,44	120,89
Modos de aplicação			
Dezembro	0,06	0,257	0,06
Nov/Dez	0,10	0,300	0,06
Nov/Dez/Jan	0,14	0,297	0,13
Doses de N			
0	0,13	0,240	0,08
50	0,11	0,295	0,11
150	0,12	0,347	0,11
250	0,06	0,322	0,06
350	0,08	0,219	0,07
2007-2008	$Y = - 0,0000038X^2 + 0,00129 X + 0,240 R^2 = 0,64$		

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando os valores de WSP, açúcar livre, Amido, aminoácido, proteína e lipídeos, verifica-se na Tabela 39, que não houve efeito significativo para doses de N e nem para modos de aplicação, porém mostra-se interação entre os fatores estudados para aminoácido, proteína e lipídeos. Gomes Junior et al. (2005) afirmam que o nitrogênio absorvido pelas plantas pode combinar-se com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultarão em proteínas que ficarão armazenadas nos tecidos vegetais, e no processo de formação dos grãos essas reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nesses órgãos na forma de proteínas e aminoácidos.

**TABELA 39** - Valores de médios de polissacarídeos solúveis em água (WSP), açúcar livre (al), Amido (am), aminoácidos (aa), proteína (prot) em mg e lipídeos (g. mg<sup>-1</sup>) em função das doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Tratamentos	wsp	al	am	aa	prot	lipídeos
Dose(D)	0,76	0,45	0,66	0,94	0,05	0,90
Modos(M)	0,62	0,42	0,67	0,07	0,45	0,31
p>F D*M	0,19	0,052	0,055	0,0001**	0,015*	0,005**
Reg.	0,60	0,38	0,63	0,63ns	0,07	0,71
Linear						
Reg.	0,79	1,00	0,39ns	0,95ns	0,28	0,41
Quad.						
CV(%)	14,43	31,54	17,61	11,24	13,66	52,57
Modos de aplicação						
Dezembro	88,72	45,45	110,70	13,48	148,42	1,38
Nov/Dez	86,88	50,80	106,12	12,61	150,67	1,07
Nov/Dez/Jan	90,80	51,30	111,00	13,65	156,47	1,31
Doses de N						
0	86,60	47,52	106,99	12,97	155,75	1,40
50	88,17	56,67	112,32	13,40	137,58	1,21
150	92,05	48,41	107,21	13,22	146,30	1,22
250	86,44	45,46	104,70	13,22	160,28	1,15
350	90,76	47,87	115,15	13,42	159,35	1,29

\*\*:\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando os dados do desdobramento da interação entre doses de N e modos de aplicação para a variável aminoácido tem - se a Tabela 40, onde pode - se observar que o as doses influenciaram no modos de aplicação, sendo a aplicação única e parcelada em três momentos tiveram ajuste quadrático de acordo com a análise de regressão polinomial, com o incremento até a dose de 350 kg de N ha<sup>-1</sup> para ambas, e para o modos de aplicação parcelado em duas vezes, o ajuste foi linear, tendo incremento do valor do aminoácido, de acordo que as doses de N aplicados foram acrescidas. Para a doses dentro de modos, apenas duas doses de N interferiram no modos de aplicação, a dose de 50 Kg de N ha<sup>-1</sup>, onde verifica- seque o modos parcelado em três momentos, teve os maiores valores do aminoácido. Os autores Morot-Gaudry, Job e Lea (2001) relatam que as folhas velhas hidrolisam grande parte de suas proteínas e degradam outros compostos nitrogenados para o desenvolvimento de frutos e sementes, os quais recebem a maior parte do N na forma de aminoácidos.

**TABELA 40** - Valores de médios de aa em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	aminoácido				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	14,35a	11,71b	12,16	14,46	14,96
Nov/Dez	10,33b	13,67ab	14,47	14,26	10,32
Nov/Dez/Jan	14,46a	14,81a	13,05	10,94	14,99
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Dez/Nov/Dez
P>F(linear)	0,032*		0,79		0,26
P>F(quadrática)	0,040*		0,0001**		0,002**
r <sup>2</sup>	32,00				
R <sup>2</sup>	61,00		94,00		57,00
Dez	Y= 0,00005X <sup>2</sup> + 0,01X + 13,32				
Nov/Dez	Y= -0,0006X + 12,72				
Nov/Dez/Jan	Y= 0,00008X <sup>2</sup> - 0,03X + 15,29				

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O desdobramento dos fatores doses de N e modos de aplicação para a variável proteína, observa-se que a interação ocorreu no modos parcelado em dois momentos, tendo ajuste linear com relação a doses aplicadas. O N está relacionado diretamente com síntese de proteínas estruturais e enzimáticas, as quais são responsáveis pela síntese de outras proteínas e dos intermediários metabólicos a planta pode armazenar a proteína para utilizar de acordo com as necessidades suas necessidades metabólicas (Tabela 41).

**TABELA 41** - Valores de médios de proteína em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	proteína				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	142,03	130,00	160,31	152,66	157,11
Nov/Dez	152,66	124,38	152,11	177,58	172,27
Nov/Dez/Jan	172,58	158,36	126,48	150,62	148,67
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Dez/Nov/Dez
P>F(linear)	0,10		0,003**		0,11
P>F(quadrática)	0,56		0,10		0,42
r <sup>2</sup>	48,00		43,00		72,00
R <sup>2</sup>	54,00		55,00		91,00
Nov/Dez	Y= 0,11X + 132,44				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O N participa componentes da estrutura celular, como carboidratos, lipídios e pigmentos, assim pode - se verificar que os valores de lipídeos com relação ao desdobramento da interação dos fatores doses de N e modos de aplicação (Tabela 42), tem - se aplicação única ajuste linear e as parceladas ajuste quadrático de acordo com a análise de regressão polinomial, com o incremento até a dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, e a dose de N influenciou o modos de aplicação sendo que o maior valor foi obtido com o modos único e parcelado em duas aplicações.

**TABELA 42** - Valores de médios de lipídeos em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Lipídeos				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	0,96	0,84	1,42	1,92a	1,77a
Nov/Dez	1,56	0,88	0,78	0,60b	1,54ab
Nov/Dez/Jan	1,68	1,92	1,45	0,91ab	0,57b
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F(linear)	0,011*		00,93		0,001**
P>F(quadrática)	0,54		0,014*		0,60
r <sup>2</sup> )	82,00				92,00
R <sup>2</sup>			89,00		
Dezembro	Y = 0,03X + 0,89				
Nov/Dez	Y = 0,00003X <sup>2</sup> - 0,01X + 1,49				
Nov/Dez/Jan	Y = -0,00006 X <sup>2</sup> - 0,001X + 1,82				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os valores de WSP, açúcar livre, Amido, aminoácido, proteína e lipídeos, estão na Tabela 43, verifica-se, que não houve efeito significativo para doses de N, para nenhuma variável estudada, mas para o fator modos de aplicação, houve efeito significativo para proteína, e quando aplicado o N em dois momentos obteve o menor valor desta variável, como o nutriente aplicado formam compostos que constituem a estrutura da planta e são requeridos para o crescimento celular e dos órgãos, como os frutos (LEMAIRE et al., 1992), de acordo com as necessidades de desenvolvimento da planta.

**TABELA 43** - Valores de médios de WSP, açúcar livre (al), Amido (am), aminoácidos (aa), proteína (prot) em mg e lipídeos (g. mg<sup>-1</sup>) em função das doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).

Tratamentos	wsp	al	am	aa	prot	lipídeos
Dose(D)	0,89	0,39	0,70	0,95	0,28	0,74
Modos(M)	0,06	0,21	0,61	0,49	0,012*	0,59
p>F D*M	0,17	0,20	0,11	0,07	0,052	0,06
Reg.	0,82	0,59	0,25	0,61	0,80	0,41
Linear						
Reg.	0,48	0,25	0,91	0,98	0,51	0,82
Quad.						
CV(%)	26,79	40,91	20,04	26,72	14,82	53,25
Modos de aplicação						
Dezembro	124,53	103,61	122,74	12,69	144,36 a	1,33
Nov/Dez	102,11	130,80	116,28	13,52	98,83 b	1,10
Nov/Dez/Jan	105,83	119,98	114,98	14,04	108,42 ab	1,19
Doses de N						
0	118,01	131,86	121,99	13,40	112,89	1,36
50	106,56	96,71	120,88	14,14	98,57	1,11
150	107,52	117,33	121,68	13,28	108,20	1,33
250	110,63	114,26	110,69	13,11	107,98	1,16
350	111,39	130,48	114,75	13,16	108,44	1,08

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A determinação dos teores WSP, açúcar livre, Amido, aminoácido, proteína e lipídeos nos grãos de café obtidos no ano agrícola 2008/09, verificou-se que não houve efeito significativo para doses de N e nem para modos de aplicação, porém houve efeito significativo para a interação entre os fatores para a WSP e aminoácido.

**TABELA 44** - Valores de médios de WSP, açúcar livre (al), Amido (am), aminoácidos (aa), proteína (prot) em mg e lipídeos (g. mg<sup>-1</sup>) em função das doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).

Tratamentos	wsp	al	am	aa	prot	lipídeos
Dose(D)	0,61	0,39	0,41	0,12	0,42	0,75
Modos(M)	0,63	0,56	0,23	0,31	0,66	0,37
p>F D*M	0,04*	0,31	0,38	0,05*	0,67	0,08
Reg. Linear	0,42	0,28	0,63	0,04	0,73	0,71
Reg. Quad.	0,91	0,76	0,23	0,09	0,17	0,66
CV(%)	40,38	38,53	23,32	24,20	18,58	27,18
Modos de aplicação						
Dezembro	111,20	73,20	118,43	13,88	124,44	1,31
Nov/Dez	109,09	81,00	109,69	12,37	123,08	1,07
Nov/Dez/Jan	99,10	71,80	104,51	12,86	118,27	1,34
Doses de N						
0	98,44	74,62	123,36	13,56	119,48	1,22
50	102,01	74,95	119,06	13,68	124,84	1,35
150	118,23	74,76	113,40	13,77	121,67	1,13
250	96,93	74,12	118,28	13,66	130,60	1,39
350	116,70	67,56	118,03	10,80	113,05	1,10

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O desdobramento da interação de doses de N com modos de aplicação para a variável WSP tem - se que a aplicação única teve ajuste linear, ou seja, o teor de WSP, cresceu de acordo que as doses de N aplicados foram incrementadas, Cardoso (2006), estudou adubação nitrogenada em ervilha e constatou que o N influencia na quantidade de polissacarídeos dos grãos. (TABELA 45)

**TABELA 45** - Valores de médios de WSP em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).

Fatores	WSP				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	62,88b	113,08	115,00	104,74	116,96
Nov/Dez	89,74ab	111,70	132,24	90,79	100,32
Nov/Dez/Jan	142,70a	81,25	107,46	95,27	104,99
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Dez/Nov/Dez
P>F(linear)	0,009**		0,54		0,052
P>F(quadrática)	0,98		0,57		0,69
r <sup>2</sup>	72,38				
R <sup>2</sup>					
Dez	Y = 18,24 X +55,25				

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Na Tabela 46, pode – se observar que o as doses influenciaram o modos de aplicação, sendo a aplicação parcelada em três momentos tiveram ajuste linear de acordo com a análise de regressão polinomial, tendo incremento do valor do aminoácido, de acordo que as doses de N aplicados foram acrescidas. Para as doses dentro de modos, o teste de Tukey não apresentou diferenças significativas.



**TABELA 46** - Valores de médios de aa em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).

Fatores	aminoácidos				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	11,54	13,29	14,90	16,17	13,49
Nov/Dez	11,78	13,75	14,05	12,24	10,05
Nov/Dez/Jan	17,37	14,00	12,38	11,68	13,49
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Dez/Nov/Dez
P>F(linear)	0,18		0,32		0,0001**
P>F(quadrática)	0,12		0,08		0,73
r <sup>2</sup>					95,00
R <sup>2</sup>					
Nov/Dez/Jan	Y= - 1,93X + 18,66				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os testes da qualidade dos grãos do café estão contidos na Tabela 47, para o ano agrícola 2006/2007. Analisando os dados verifica-se efeito significativo com relação aos fatores doses de N e o modos de aplicação para as variáveis e a interação entre os fatores. Analisando o fator dose de N, observa-se que apenas a variável condutividade elétrica não apresenta significância. Para a massa de 100 grãos a aplicação de doses de N, teve ajuste quadrático com incremento do valor de massa até a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>. Com relação ao teste de germinação verifica-se que os valores estão baixos, esse teste tem suas limitações, pois, não avalia o estado de deterioração das sementes e os seus resultados são diferentes da emergência das plântulas em campo. O teste de tetrazólio mostra que a maior porcentagem das sementes o embrião estava morto, fato que justifica a baixa porcentagem de germinação, ambos os testes tiveram seus maiores valores de percentual na dose de 250 kg de N ha<sup>-1</sup>. Analisando o modos de aplicação verifica-se que para todas as variáveis os melhores valores foram obtidos quando a aplicação do N, foi parcelada em três momentos.

**TABELA 47** - Valores de médios de massa de 100 grãos (g), condutividade elétrica (uS/cm/g), tetrazolio e germinação (%) em função das doses e modos de aplicação de N.(2006/2007)

Tratamento	Massa 100 grãos	condutividade	tetrazólio	Germinação
Doses(D)	0,0002**	0,54	0,0001**	0,0001**
Modos(M)	0,0001**	0,02*	0,0001**	0,0001**
P>F D*M	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**
Reg. Linear	0,0001**	0,16	0,001**	0,001**
Reg. Quad.	0,018*	0,78	0,39	0,41
CV (%)	6,31	20,93	10,97	11,32
Modos de aplicação (M)				
Dezembro	8,60 b	114,36 ab	37,00b	44,40 b
Nov/Dez	8,55 b	114,92 b	30,00c	36,00 c
Nov/Dez/Jan	9,60 a	96,99 a	41,80a	50,16 a
Doses de N (D)				
0	9,41	103,52	40,00	48,00
50	9,08	107,86	37,33	44,80
150	9,00	102,94	30,33	36,40
250	8,25	114,67	43,66	52,40
350	8,83	114,78	30,00	36,00
Massa 100 grãos	$Y = 0,00001X^2 - 0,005X + 9,45; R^2 = 72,00$			
Tetrazolio	$Y = -0,01X + 38,56; r^2 = 11,00$			
Germinação	$Y = -0,017X + 46,28; r^2 = 11,00$			

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os valores do desdobramento da interação entre doses de N e modos de aplicação, estão contidos na Tabela 48, observa - se que as doses crescente de N, quando parcelado em três momentos, propiciaram maiores valores de massa para a variável, isto ocorreu até a dose de 250 kg de N ha<sup>-1</sup>. Com relação a modos dentro de doses de N, houve efeito significativo para os três modos de aplicação com ajuste quadrático inversa para aplicação única e parcelada em duas vezes e quando o N foi aplicado em três momentos houve incremento do valor da massa de 100 grãos até a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>.

**TABELA 48** - Valores de médios de massa de 100 grãos em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Massa de 100 grãos				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	9,00b	9,00b	8,00b	8,00b	9,00
Nov/Dez	11,00a	8,00c	8,00b	7,25b	8,50
Nov/Dez/Jan	8,25b	10,25a	11,00a	9,50a	9,00
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F(linear)	0,32		0,0001**		0,92
P>F(quadrática)	0,001**		0,0001**		0,0001**
r <sup>2</sup> )			30,00		
R <sup>2</sup>	83,00		78,00		69,00
Dezembro	Y = 0,00003 X <sup>2</sup> - 0,01X + 9,22				
Nov/Dez	Y = 0,00007X <sup>2</sup> - 0,03X + 10,40				
Nov/Dez/Jan	Y = -0,00006 X <sup>2</sup> + 0,02X + 8,76				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A análise do desdobramento da interação entre os fatores doses de N e modos de aplicação para condutividade elétrica estão contidos na Tabela 49, observa - se que para as doses os melhores valores foram obtidos na aplicação única e parcelada em três momentos, e com relação a modos de aplicação, a parcelada em três momentos obteve o melhor valor com a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, o teste da condutividade elétrica é um método rápido para a avaliação do vigor das sementes, sendo que o valor da condutividade elétrica da solução de embebição da semente é função direta da quantidade de lixiviados no exsudato a qual está diretamente relacionada com a integridade das membranas celulares, portanto quanto menor valor da análise da solução, menor o dano na membrana celular.

**TABELA 49** - Valores de médios de condutividade elétrica em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Condutividade				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	106,07ab	118,91	143,52 a	97,95b	105,35
Nov/Dez	81,84a	121,16	84,26 b	150,42a	136,90
Nov/Dez/Jan	122,65b	83,51	81,03 b	95,66 b	102,10
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F(linear)	0,42		0,0001**		0,62
P>F(quadrática)	0,09		0,95		0,03*
r <sup>2</sup>			48,00		
R <sup>2</sup>					60,00
Nov/Dez	Y = 0,14X + 90,95				
Nov/Dez/Jan	Y = 0,0009 X <sup>2</sup> - 0,33X + 112,49				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O teste de tetrazólio tem como objetivo analisar a viabilidade do embrião da sementes se ele está vivo ou morto, contudo sementes mal acondicionadas podem ocorrer a deterioração da semente e acarretar a morte do embrião. Na análise de desdobramento da interação, para o teste de tetrazólio (TABELA 50), verifica-se que para dose de 50 e 250 kg de N ha<sup>-1</sup>, os modos de aplicação parcelado em três vezes foram que proporcionaram maiores porcentagem de embriões ativos, e para as doses 150 e 350 kg de N ha<sup>-1</sup>, os maiores percentuais foram obtidos na aplicação única. Estudando o modos de aplicação dentro das doses observa-se que a aplicação única teve ajuste quadrático com o maior percentual de embriões ativos na dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, e para adubação parcelada o ajuste foi linear, porém a aplicação de N em três momentos afetou de forma negativa o número de embriões ativos nos grãos de café.

**TABELA 50** - Valores de médios de Tetrazólio (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Tetrazolio				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	35,00b	40,00a	39,00a	39,00b	32,00a
Nov/Dez	25,00c	28,00b	26,00b	37,00b	34,00a
Nov/Dez/Jan	60,00a	44,00a	26,00b	55,00a	24,00b
Doses dentro de modos					
	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F( linear)	0,16		0,0001**		0,0001**
P>F(quadrática)	0,006**		0,77		0,10
r <sup>2</sup>			66,00		30,00
R <sup>2</sup>	87,00				
Dezembro		Y = -0,0002 X <sup>2</sup> + 0,06X + 35,80			
Nov/Dez		Y = 0,02X + 25,21			
Nov/Dez/Jan		Y = - 0,06X + 51,92			

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A porcentagem de germinação de acordo com o desdobramento dos fatores doses de N e modos de aplicação, (Tabela 51), observa-se que para dose de 50 e 250 kg de N ha<sup>-1</sup> para a adubação parcelado em três vezes foram que proporcionaram maiores porcentagem de germinação, e para as doses 150 e 350 kg de N ha<sup>-1</sup>, os maiores percentuais foram obtidos na aplicação única. Com relação a modos de aplicação dentro das doses observa-se que a aplicação única teve ajuste quadrático com o maior percentual de embriões ativos na dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, e para adubação parcelada o ajuste foi linear. As sementes de café perde seu poder germinativo rapidamente, além que as sementes de café podem levar mais de 30 dias para germinar, esse fato, poderia explicar o baixo índice de germinação, porém os valores de baixo percentual germinativo está de acordo com o teste de tetrazólio, que demonstrou que a maioria da sementes não estavam com embriões ativos.

**TABELA 51** - Valores de médios de germinação (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2006/2007).

Fatores	Germinação				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	42,00b	48,00a	46,80a	46,80b	38,40a
Nov/Dez	30,00c	33,60b	31,20b	44,40b	40,80a
Nov/Dez/Jan	72,00a	52,80a	31,20b	66,00a	28,80b
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F(linear)	0.18		0,0001**		0,0001**
P>F(quadrática)	0.008**		0,78		0,11
r <sup>2</sup>			66,00		0,30
R <sup>2</sup>	87,48				
Dezembro	$Y = -0,0002X^2 + 0,0737X + 42,967$				
Nov/Dez	$Y = 0,03X + 30,26$				
Nov/Dez/Jan	$Y = -0,07X + 62,31$				

\*\*\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os valores das variáveis de massa de 100 grãos, condutividade elétrica, tetrazólio e germinação em função das doses de N e modos de aplicação para ano agrícola 2007/2008, estão na Tabela 52. No ano estudado observa-se que o fator dose teve efeito significativo para massa de 100 grãos, tetrazólio e germinação, sendo que o ajuste quadrático para massa de 100 grãos com incremento até a dose de 350 kg de N ha<sup>-1</sup>, e para o tetrazólio o ponto de máximo foi com a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, com isso pode-se verificar a importância do N, na qualidade e sanidade das sementes, já que o nitrogênio faz parte dos componentes estruturais dos grãos. Para o fator modos de aplicação verifica-se o efeito significativo para condutividade elétrica, tetrazólio e germinação, onde que a aplicação única e em dois momentos proporcionaram melhores resultados para as duas primeiras variáveis citadas, e para porcentagem de germinação a aplicação parcelada em três momentos obteve valores superiores aos outros modos de aplicação.

**TABELA 52** - Valores de médios de massa de 100 grãos (g), condutividade elétrica (uS/cm/g), tetrazólio e germinação (%) em função das doses e modos de aplicação de N.(2007/2008)

Tratamento	Massa 100 grãos	Condutividade	Tetrazólio	Germinação
Doses(D)	0,0001**	0,34	0,0001**	0,0001**
Modos(M)	0,47	0,0001**	0,0001**	0,0001**
P>F D*M	0,06	0,70	0,0001**	0,0001**
Reg. Linear	0,06	0,72	0,001**	0,001**
Reg. Quad.	0,0001**	0,70	0,41	0,41
CV (%)	5,97	23,39	14,27	11,32
Modos de aplicação (M)				
Dezembro	8,60b	99,39a	48,80a	40,70b
Nov/Dez	8,55b	88,64a	44,40a	33,00c
Nov/Dez/Jan	9,60a	127,50b	38,00b	45,98a
Doses de N (D)				
0	8,91	109,01	28,00	44,00
50	8,91	95,92	46,00	41,06
150	8,75	103,43	51,33	33,36
250	8,41	115,88	49,33	48,03
350	9,58	101,64	44,00	33,00
Massa 100 grãos	$Y = 0,00002X^2 - 0,075X + 9,06; R^2 = 68,00$			
Tetrazólio	$Y = -0,0005X^2 + 0,21X + 31,53; R^2 = 85,00$			
Germinação	$Y = -0,018X + 42,42; r^2 = 11,00$			

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O desdobramento da interação para o teste de tetrazólio (TABELA 53) observou-se que para dose de 50 e 250 kg de N ha<sup>-1</sup>, o modos de aplicação único, parcelado em dois momentos, respectivamente, foram que proporcionaram maiores porcentagem de grãos com embriões ativos. Analisando os valores do modos de aplicação dentro das doses observa-se que a aplicação única teve ajuste quadrático com o maior percentual de embriões ativos na dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, e para adubação parcelada o incremento foi com a dose de 250 kg de N ha<sup>-1</sup>, para parcelado em dois momentos, e de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, para a aplicação de N em três momentos.

**TABELA 53** - Valores de médios de tetrazólio (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008).

Fatores	Tetrazólio				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	33,00a	63,00a	49,00	49,00b	50,00
Nov/Dez	21,00b	42,00b	55,00	63,00a	41,00
Nov/Dez/Jan	30,00ab	33,00b	50,00	36,00c	41,00
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F(linear)	0,18		0,0001**		0,02*
P>F(quadrática)	0,015*		0,0001**		0,012*
r <sup>2</sup>			28,00		21,00
R <sup>2</sup>	0,17		96,00		49,00
Dezembro		Y = -0,0002 X <sup>2</sup> + 0,11X + 42,60			
Nov/Dez		Y = -0,0009 X <sup>2</sup> + 0,33X + 22,06			
Nov/Dez/Jan		Y = -0,0002 X <sup>2</sup> + 0,12X + 29,06			

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os valores de porcentagem de germinação de acordo com o desdobramento dos fatores doses de N e modos de aplicação estão na Tabela 54, observa-se que para dose de 50 e 250 kg de N ha<sup>-1</sup> para a adubação parcelado em três vezes foram que proporcionaram maiores porcentagem de germinação, e para as doses 150 e 350 kg de N ha<sup>-1</sup>, os maiores percentuais foram obtidos na aplicação única. Com relação ao modos de aplicação dentro das doses observa-se que a aplicação única teve ajuste quadrático com o maior percentual de embriões ativos na dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, e para adubação parcelada o ajuste foi linear.



**TABELA 54** - Valores de médios de germinação (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2007/2008)

Fatores	Germinação				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	38,50b	44,00a	42,00a	42,90b	35,20a
Nov/Dez	27,50c	30,80b	28,60b	40,70b	37,40a
Nov/Dez/Jan	66,00a	48,40a	28,60b	60,50a	26,40b
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F (linear)	0,18		0,0001**		0,0001**
P>F(quadrática)	0,008		0,78		0,11
r <sup>2</sup>			66,00		30,00
R <sup>2</sup>	87,40				
Dezembro	Y = -0,0002X <sup>2</sup> + 0,0675X + 39,386				
Nov/Dez	Y = 0,03X + 27,74				
Nov/Dez/Jan	Y = - 0,06X + 57,11				

\*\*:\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os testes da qualidade dos grãos do café estão na TABELA 55, para o ano agrícola 2008/2009. Analisando os dados verifica-se efeito significativo com relação aos fatores doses de N e o modos de aplicação para as variáveis e a interação entre os fatores, exceto para germinação. Analisando o fator dose de N, observa-se que as variáveis condutividade elétrica e germinação não apresentam significância. Para a massa de 100 grãos a aplicação de doses de N, teve ajuste quadrático com incremento do valor de massa até a dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>. Com ao teste de tetrazólio seus maiores valores de percentual na dose de 250 kg de N ha<sup>-1</sup>. Para o fator modos de aplicação verifica-se que os melhores valores foram obtidos quando a aplicação do N, foi parcelada em três momentos, com exceção a condutividade elétrica que o melhor resultado foi com aplicação de N em dois momentos.

**TABELA 55** - Valores de médios de massa de 100 grãos (g), condutividade elétrica (uS/cm/g), tetrazólio e germinação (%) em função das doses e modos de aplicação de N.(2008/2009)

Tratamento	Massa 100 grãos	condutividade	tetrazólio	Germinação
Doses(D)	0,0001**	0,28ns	0,0001**	0,50
Modos(M)	0,0001**	0,01*	0,001**	0,26
P>F D*M	0,0001**	0,0002**	0,003**	0,85
Reg. Linear	0,65	0,83	0,59	0,33
Reg. Quad.	0,06	0,64	0,001**	0,55
CV (%)	6,30	20,70	22,32	16,59
Modos de aplicação (M)				
Dezembro	8,67c	111,82a	36,50b	47,38
Nov/Dez	9,19b	92,08b	45,30a	45,14
Nov/Dez/Jan	9,66a	100,63ab	35,60a	49,23
Doses de N (D)				
0	8,55	109,60	32,66	45,32
50	9,73	91,24	43,33	47,30
150	9,50	105,50	41,33	45,76
250	8,80	99,72	48,66	50,60
350	9,28	101,49	29,66	47,30

Massa de 100 grãos

$$Y = -0,00005 X^2 + 0,0042X + 8,9752; R^2 = 11,22$$

Tetrazólio

$$Y = -0,0004X^2 + 0,16X + 33,46; R^2 = 73,00$$

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os valores do desdobramento da interação entre doses de N e modos de aplicação, para massa de 100 grãos estão contidos na TABELA 56, observa - se que as doses crescente de N, quando parcelado em três momentos, propiciaram maiores valores de massa para a variável, isto ocorreu até a dose de 250 kg de N ha<sup>-1</sup>. Com relação a modos dentro de doses de N, houve efeito significativo para os modos de aplicação único e parcelado em três momentos, com ajuste quadrático. Para aplicação única houve incremento do valor da massa de 100 grãos até a dose de 50 kg de N ha<sup>-1</sup>, e para aplicação em três momentos o ponto de máximo foi na dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>.

**TABELA 56** - Valores de médios de massa de 100 sementes em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).

Fatores	Massa 100 grãos				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	8,76	9,46	8,36b	7,57b	9,22
Nov/Dez	8,28	9,38	9,32b	9,22a	9,75
Nov/Dez/Jan	8,76	10,36	10,82a	9,62a	8,87
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F( linear)	0,27		0,7		0,35
P>F(quadrático)	0,003*		0,41		0,0001**
a) r <sup>2</sup>					
R <sup>2</sup>	40,00				75,00
Dezembro	Y = 0,00003 X <sup>2</sup> - 0,012X + 9,28				
Nov/Dez/Jan	Y = -0,00005 X <sup>2</sup> + 0,019X +9,03				

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A análise do desdobramento da interação entre os fatores doses de N e modos de aplicação para o teste de condutividade elétrica estão contidos na TABELA 57, observa-se que para as doses os melhores valores foram obtidos na aplicação parcelada em dois momentos, e com relação a modos de aplicação, a única e a parcelada em três momentos obtiveram os melhores com a dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>.

**TABELA 57** - Valores de médios condutividade elétrica (uS/cm/g) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009)

Fatores	Condutividade				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	106,07ab	118,91a	143,53a	97,95	92,65
Nov/Dez	82,32b	70,87b	91,96b	105,56	109,72
Nov/Dez/Jan	104,40a	83,95ab	81,03b	95,66	102,10
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F( linear)	0,10		0,007ns		0,14
P>F(quadrática)	0,01*		0,95ns		0,002*
r <sup>2</sup>					
R <sup>2</sup>	60,00				62,00
Dezembro	Y = -0,0009X <sup>2</sup> + 0,26X + 108,99				
Nov/Dez/Jan	Y = 0,0012X <sup>2</sup> - 0,48X + 125,91				

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Analisando os valores do modos de aplicação dentro das doses observa - se que a aplicação parcelada teve ajuste quadrático com o maior percentual de embriões ativos na dose de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, quando aplicado em dois momentos e dose de 250 kg de N ha<sup>-1</sup>, para a aplicação de N em três momentos. Verificou- se também que a dose dose de 150 e 250 kg de N ha<sup>-1</sup>, o modos de aplicação parcelado foi o que proporcionou maiores porcentagem de grãos com embriões ativos. (Tabela 58)

**TABELA 58** - Valores de teste de Tetrazólio (%) em função da interação entre os fatores doses e modos de aplicação de N. (2008/2009).

Fatores	Tetrazólio				
Doses x Modos					
Modos dentro de doses	0	50	150	250	350
Dezembro	35,00	40,00	39,00b	39,00b	29,50
Nov/Dez	31,50	48,50	59,00a	52,00ab	35,50
Nov/Dez/Jan	31,50	41,50	36,00b	55,00a	24,00
Doses dentro de modos	Dezembro		Nov/Dez		Nov/Dez/Jan
P>F( linear)	0,31		0,71		0,77
P>F(quadrática)	0,11		0,0001**		0,02*
r <sup>2</sup>					
R <sup>2</sup>			96,00		16,00
Nov/Dez	Y = -0,0008 X <sup>2</sup> + 0,28X+ 33,50				
Nov/Dez/Jan	Y = -0,0003 X <sup>2</sup> + 0,12X +31,28				

\*\*,\* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A produtividade de café em caroço, determinada em função da aplicação de doses crescentes de nitrogênio e modos de aplicação para o ano agrícola 2006/07, 2007/08/2008/09 estão na Tabela 59, observa-se que não houve efeito significativo de doses de N na produtividade do cafeeiro, porém para o ano agrícola de 2007/08 o modos de aplicação influenciou a produtividade, sendo que o maior valor foi obtido quando aplicou N em dois momentos. Moraes et al (1985), estudou os fertilizantes uréia, sulfato de amônio, salitre-do-chile e Nitrocálcio, nas doses de 75, 150, 225 e 300kg de nitrogênio por hectare, foram aplicados em experimentos com café Mundo-Novo, instalados em Latossolo Roxo da região de Ribeirão Preto e em Podzólico Vermelho- Amarelo da região de Mococa (SP). As produções foram crescentes com os aumentos de nitrogênio aplicado e com relação ao parcelamento das doses de nitrogênio não beneficiou a produção. Ainda analisando a Tabela 59 observa-se que no terceiro ano a produtividade, mesmo considerado baixa, foi maior que nos anos anteriores, esse fato pode ter sido ocasionado pela binualidade da planta e pelo fato da planta se encontrar no início da produção.

**TABELA 59** - Valores médios da produtividade (kg. ha<sup>-1</sup>) obtidos nos tratamentos doses de nitrogênio em cafeeiro beneficiado, e modos de aplicação nos anos agrícolas 2006-2007, 2007-2008 e 2007-2008

Tratamentos	Produtividade (kg. ha <sup>-1</sup> )		
	2006-2007	2007-2008	2007-2008
Dose(D)	0,85	0,80	0,41
Modos(M)	0,69	0,009**	0,23
p<F D*M	0,62	0,62	0,58
Reg. Linear	0,90	0,47	0,82
Reg. Quad.	0,76	0,84	0,26
CV(%)	95,70	166,81	133,32
Modos de aplicação			
Dezembro	471,2	618 ab	1566
Nov/Dez	582,1	1093,1 a	939,5
Nov/Dez/Jan	464,2	481,6 b	817,4
Doses de N			
0	515,6	597	708,7
50	465,9	435,9	1119,7
150	452,3	416,3	1801
250	639,5	857,2	802,2
350	451,5	681,4	1106,6

\*\*, \* - significativo a 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

## 5 CONCLUSÕES

Através da análise e interpretação dos dados obtidos pode-se concluir que:

- Os modos de aplicação de nitrogênio cada ano influenciou uma variável estudada, assim não possibilitando de uma recomendação do sistema de aplicação do N para este trabalho.
- As doses crescentes de N aumentaram os teores foliares de Ca, Mn, Cu, a atividade enzimática da RN, índice SPAD nas regiões medianas e basais, teste de tetrazólio, germinação e massa de 100 grãos.
- O medidor de clorofila SPAD 502 pode ser utilizado para prever a necessidade de adubação nitrogenada, através da equação de estimativa de recomendação da adubação nitrogenada.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, J. F. **Atividade das enzimas redutase do nitrato e glutamina sintetase em cafeeiro arábica**. 2005. 60 f. Dissertação (Mestrado em agronomia: Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ARGENTA, G. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, n. 13, v. 2, p. 158-167, 2001.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxylase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, n. 24, v. 1, p. 1-15, 1949.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CAFÉ – ABIC. **História**. Rio de Janeiro, [200-]. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>>. Acesso em: 17 dez. 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 2000. Cap. 30, p. 1-12.

BARROS, A. M. F.; SILVA, T. J. A.; SILVA, E. M. B. **Características produtivas de cafeeiro irrigado submetido a combinações de doses de nitrogênio e enxofre**. Recife: UFRPE, 2009. Disponível em: <[www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0186-1.pdf](http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0186-1.pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2010.

BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; MENDES, A. N. G. Produtividade de cultivares de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes épocas de parcelamento da adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, 2003.

BECKER, W. M. et al. Regulation of glyoxysomal enzymes during germination of cucumber. 1. Developmental changes in cotyledonary protein, RNA and enzyme activities during germination. **Plant Physiology**, Washington, v. 62, p. 542-549, 1978.

BEEVERS, L.; HAGEMAN, R. H. Nitrate reduction in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, n. 20, p. 495-522, 1969.



BIELISKI, R. L.; TURNER, N. A. Separation and estimation of amino acids in crude plant extracts by thin layer electrophoresis and chromatography. **Analytical Biochemistry**, New York, n.17, p. 278-293, 1966.

BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S. Techniques for monitoring crop nitrogen status in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 9/10, p. 1791-1800, 1995.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.

CAMARGO, Â. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, 2001.

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004, 145 p.

CARDOSO, E. D. **Efeito do Zn e N no conteúdo de aminoácidos, proteína e carboidratos dos grãos de ervilha (*Pisum sativum* L.), cultivar Utrillo**. 2006. 42 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2006.

CARVALHO, L. M. de et al. Aspectos morfofisiológicos das cultivares de cafeeiro Catuaí-Vermelho e Conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2001000300003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000300003&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 13 out. 2006.

CARVALHO, F. Estudo da atividade da redutase de nitrato em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivadas a meia sombra e a pleno sol sob as formas nítricas e amoniacal de adubação nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., Curitiba, 1975. **Resumos...** Curitiba: IBC/GERCA, 1975. p. 208-210.

CERVELLINI, G. S. et al. Nitrogênio na adubação química do cafeeiro: doses e parcelamentos do nitrocálcio. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 45-55, 1986.

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.

CHAVES, J. C. D.; PAVAN, M. A. M.; IGVE, K. Efeito da calagem na relação de actions trocáveis no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 573-582, 1984.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Central de Informações Agropecuárias: safras – grãos**. Brasília, 2009. Apresenta séries de informações sobre o setor agrícola e de abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 04 jun. 2009.

CORUZZI, G.; LAST, R. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 358-410.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. (Eds.). **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. Westport: AVI Publishing, 1985. p. 305-374.

COSTA, F. M. P. **Crescimento e desenvolvimento do cafeeiro sob efeito da adubação nitrogenada**. 2006. 80 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

DEMATTE, J. L. I. **Levantamento detalhado dos solos Campus experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: Departamento de Solos, Geologia e Fertilidade-ESALQ/USP, 1980. 44 p.

DRAETTA, I. S.; LIMA, D. C. Isolamento e caracterização das polifenoloxidasas do café. **Coletâneas do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 7, p. 13-28, 1976.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, n. 28, p. 350-358, 1956.

DWYER, L. M. et al. Quantifying the nonlinearity in chlorophyll meter response to corn leaf nitrogen concentration. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 75, n. 1, p. 179-182, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Feijão**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 2009. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>>. Acesso em: 04 jun. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1994. 412 p.

ELLIOT, W. H. Isolation of glutamine synthetase and glutamotransferase from green peas. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 201, p. 661-672, 1953.

FERIA-MORALES, A. M. **Changes in cup quality when using innovative field practices**. London: International Coffee Organization, 1990. p. 2-8.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: EPU, 1998. v. 1., 361 p.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 4. ed. Passo Fundo: UPF, 2008. 733 p.

FREIRE, F. M.; VASCONCELLOS, C. A.; FRANÇA, G. D. Manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 49-56, 2001.

GARCIA-AGUSTIN, P.; PRIMO-MILLO, E. Ultrastructural and biochemical changes in cotyledon reserve tissues during germination of citrus seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 40, p. 383-390, 1989.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v. 2, p. 371-383, 1963.

GOMES JUNIOR, F. G. et al. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum – Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 455-459, 2005.

GUYOT, B. et al. Influence de l'altitude et de l'ombrage des cafés Arabica. **Plantations, Recherche, Développement**, Paris, v. 3, p. 272-280, 1996.

HENDRY, G. A. Plant pigments. In: LEA, P. J.; LEEGOOD, R. C. **Plant biochemistry and molecular biology**. Great Britain: Bookcraft, 1993. p.181-196.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS/Área de hidráulica e irrigação, [200-]. (Série Irrigação).

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, p. 190-192.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Obtém informações mensais sobre previsão e acompanhamento de safras agrícolas, com estimativas de produção, rendimento médio e áreas plantadas e colhidas, tendo como unidade de coleta os municípios. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09 jul. 2009.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Banco de dados: preços agrícolas**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 04 jun. 2009.

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

LEITE, I. P. **Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 1991. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

LEMAIRE, G. et al. Dynamics of accumulation and partitioning of N in leaves, stems and roots of Lucerne (*Medicago sativa*) in a dense canopy. **Annals of Botany**, Oxford, v. 70, p. 429-435, 1992.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319 p.

MATIELLO, J. B. et al. **A moderna cafeicultura de montanha**. Rio de Janeiro: PROCAFE-DFARA/RJ, 1994. 22 p.

MAZZAFERA, P. Trigonelline in coffee. **Phytochemistry**, New York, v. 30, p. 2309-2310, 1991.

MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. **Food Chemistry**, Barking, v. 64, p. 547-554, 1999.

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

MELLO, F. A. F. et al. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Nobel, 1984. 400 p.

MINOLTA CAMERA. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502**. Osaka: Minolta/Radiometric Instruments Divisions, 1989. 22 p.

MORAES, F. R. P. de et al. Fontes e doses de nitrogênio na adubação química do cafeeiro em latossolo roxo e podzólico vermelho-amarelo orto. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, 1985. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87051985000100001&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051985000100001&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 18 jan. 2011.

MOROT-GAUDRY, J. F.; JOB, D.; LEA, P. J. Amino acid metabolism. In: LEA, P. J.; MOROT-GAUDRY, J. F. (Eds.). **Plant nitrogen**. Berlin: Springer-Verlag, 2001. p. 275–293.

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

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 1, p. 59-65, 1992.

PIMENTA, C. J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. 1995. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed., rev. e ampl. Piracicaba: Nobel, 2000. 460 p.

PONTING, J. D.; JOSLYNG, M. A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v. 19, p. 47-63, 1948.

RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Análise química de solos para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 107 p.

RADIN, N. S. Preparation of lipids extracts. In: LOWENSTEINS, J. M. (Ed.). **Methods in enzymology**. New York: Academic Press, 1969. v. 14, p. 245-254.

RADIN, J. W. Distribution and development of nitrate reductase activity in germinating cotton seedlings. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 53, p. 458-463, 1974.

REIS, A. R. et al. Nitrate reductase and glutamine synthetase activity in coffee leaves during fruit development. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2 p. 315-324, 2009.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B et al. (Eds.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro**. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p. 13-85.

RINANTONIO, V. Coffee. In: GERHARTZ, W. et al. **Ullman's encyclopedia of industrial chemistry**. New York: VCH, 1987. v. A7, p. 315-338.

SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E.; BUZETTI, S. (Coords.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 65.

SANZONOWICZ, C. et. al. **Adubação nitrogenada em café decotado em solo num Latossolo de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 15 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

SCHADCHINA, T. M.; DMITRIEVA, V. V. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, p. 1427-1437, 1995.

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 151-164, 2000.

SINGLETON, V. L. The total phenolic content of grapes berries during the maturation of several varieties. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 17, p. 126-134, 1966.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 9/10, p. 1495-1503, 1994.

STOKING, C. R.; ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 49, n. 3, p. 284-289, 1962.

STURGIS, F. E.; MIEARS, R. J.; WALKER, R. K. Protein in rice as influenced by variety and fertilizer levels. **Lousiana Experimental Station Technical Bulletin**, Lousiana, 1952. 466 p.

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

TALEISNIK, E.; PACHECO, R. Evaluación del efecto de dosis crecientes de nitrato sobre la actividad de la reductasa del nitrato, nitrógeno derivado del fertilizante en cafeto. **Turrialba**, San Jose, v. 30, p. 29-34, 1980.

TOLEDO, V. V. de; GANCHO, V. C. **Sua Majestade o Café**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003. 16. reimpressão.

VARVEL, G. E.; SCHEPERS, J. S.; FRANCIS, D. D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soils Science Society of America Journal**, Madison, v. 61, n. 4, p. 1233-1239, 1997.

VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E. Doses e parcelamento de adubação nitrogenada e potássica para formação e produção do cafeeiro, em solo de cerrado - II. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 14., 1987, Campinas. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1987. p. 249-252.

VIANI, R.; HORMAN, I. Thermal behavior trigonelline. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 39, p. 1216, 1974.

WASKOM, R. M. et al. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 27, n. 3, p. 545-560, 1996.