

## PARÂMETROS PRODUTIVOS E NUTRICIONAIS DO CAFEIEIRO SUBMETIDO ADUBAÇÃO NITROGENADA NA REGIÃO DE GARANHUNS<sup>1</sup>

MATHEUS PIRES QUINTELA<sup>2\*</sup>, TONNY JOSÉ ARAÚJO SILVA<sup>3</sup>, EDNA MARIA BOMFIM-SILVA<sup>3</sup>, ENIO FARIAS  
FRANÇA SILVA<sup>2</sup>, FELIZARDA VIANA BEBÉ<sup>2</sup>

**RESUMO** - Dentre os fatores que afetam a produção do cafeeiro destaca-se o nitrogênio pela elevada demanda. Objetivou-se pelo presente estudo avaliar a produtividade do cafeeiro, a faixa crítica de N foliar nas fases de granação e maturação e a exportação de N, em função das doses de nitrogênio, com a finalidade de otimizar a sua recomendação. O experimento foi realizado em Garanhuns-PE, em um cafezal irrigado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos (0; 100; 200; 300; 400 e 500 kg ha<sup>-1</sup> de N) e quatro repetições. A produtividade que proporcionou a máxima eficiência econômica foi a de 54 sacas por hectare de café beneficiado para uma aplicação de 196,43 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que representou uma redução de 41,85% em adubação nitrogenada. A faixa crítica do nitrogênio variou da fase de granação para a de maturação, tendo os respectivos valores, 25,72 a 27,19 g kg<sup>-1</sup> e 29,24 a 29,6 g kg<sup>-1</sup>. Para a dose de 328,62 kg ha<sup>-1</sup> de N, constatou-se a maior exportação desse elemento pelo fruto que foi 204,31 kg ha<sup>-1</sup> de N.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica* L. Doses de nitrogênio. Faixa crítica.

## NUTRITIONAL PARAMETERS OF COFFEE PRODUCTION AND SUBMITTED IN THE REGION OF NITROGEN GARANHUNS

**ABSTRACT** - Among the factors that affect the production of coffee distinguishes itself by its high nitrogen demand. The aim of the current paper was to evaluate the productivity of coffee plants, the leaf N level critical stages of grain maturation and export of N, depending on the nitrogen, in order to optimize its recommendation. The experiment was performed in Garanhuns - PE, in a plantation crop. The experimental design was completely used with six treatments (0; 100; 200; 300; 400 and 500 kg ha<sup>-1</sup> of N) and four replications. The productivity with the maximum economic efficiency was of 54 bags for hectare of benefited coffee for an application of 196.43 kg ha<sup>-1</sup> of N, which represented a decrease of 41.85% in nitrogen. The critical nitrogen ranged from the filling phase to maturity, and their values, from 25.72 to 27.19 g kg<sup>-1</sup> and 29.24 to 29.6 g kg<sup>-1</sup>. For a dose of 328.62 kg ha<sup>-1</sup> of N, it was the largest export of this element by the fruit that was 204.31 kg ha<sup>-1</sup> of N.

**Keywords:** *Coffea arabica* L. Nitrogen levels. Critical range.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 22/02/2011; aceito em 18/07/2011.

Extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor

<sup>2</sup>Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife - PE; matheus.quintela@gmail.com; enio.silva@dtr.ufrpe.br; felizvb@hotmail.com

<sup>3</sup>Campus Universitário Rondonópolis, UFMT, Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, Km 06 (MT-270), Sagrada Família, 78735-910, Rondonópolis - MT; tonny.silva@pesquisador.cnpq.br; embonfim@pesquisador.cnpq.br

## INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) tem uma destacada importância no desenvolvimento econômico e social de uma região. O Brasil é o maior produtor e exportador mundial desse produto há pelo menos 150 anos (CARVALHO et al., 2003; SIMÕES; FARONI; QUEIROZ, 2008). Apesar da sua importância, a cafeicultura nordestina não tem destaque como em outras regiões produtoras. O Estado de Pernambuco, segundo maior produtor da região Nordeste, é responsável por uma produção anual de 80 mil sacas de café que movimenta um montante de R\$ 8,5 milhões (REVISTA CAFEICULTURA, 2009).

Assim como qualquer cultura, o desenvolvimento do cafeeiro é influenciado por vários fatores, dos quais ressalta-se o estado nutricional da planta. Nesse contexto, o nitrogênio se destaca por ser altamente exigido pelo cafeeiro, desde o início de seu desenvolvimento até a época de plena produção (SILVA et al., 2003).

Um suprimento adequado de N promove no cafeeiro, aumento do número de pares de folhas e ramos por planta, número de nós por ramos e flores por nós, relacionados diretamente com a produtividade (NAZARENO et al., 2003).

Embora o nitrogênio esteja presente em grande quantidade no solo, apenas 2 a 3% está disponível às plantas. Dentre os fatores que afetam o aproveitamento do N pelas plantas cabe mencionar a disponibilidade de água, pH, fertilidade e tipo de solo, bem como a presença de alumínio e organismos do solo, entre outros fatores (FREITAS et al., 2007).

O fornecimento de nutrientes minerais, em especial o nitrogênio, para o cafeeiro deve ser suficiente para suprir as demandas dos frutos, bem como, dos órgãos vegetativos. Desta forma, o suprimento de nutrientes deve anteceder os picos de acúmulo de nutrientes pelos frutos (LAVIOLA et al., 2008)

Quando o fertilizante nitrogenado é aplicado, parte dele é recuperado pelo sistema radicular e parte aérea, parte permanece no solo enquanto outra porção pode ficar imobilizado na serrapilheira ou pode se perder do sistema solo-planta. Resultados obtidos sob os mais diversos sistemas agrícolas mostraram que raramente uma cultura aproveita mais de 60% do nitrogênio aplicado como fertilizante, devido aos processos de volatilização e lixiviação (REICHARDT et al., 2009).

Durante seu desenvolvimento, distribuído em 6 fases fenológicas, a capacidade de absorção e de assimilação do N pelo cafeeiro varia bastante, a demanda aumenta na fase de expansão, entretanto, a maior necessidade se dá no estágio de granação dos frutos (PEZZOPANE et al., 2003).

As curvas de acúmulo de nitrogênio em frutos de cafeeiro durante o período reprodutivo são importantes ferramentas para estimar as necessidades nutricionais da cultura (RAMÍREZ et al., 2002).

É inquestionável a importância do N, entretanto deve-se ressaltar que o mesmo eleva o custo de produção, isso se deve, na maioria das circunstâncias, a altas doses aplicadas em épocas de chuvas, o que acarreta perdas significativas do nutriente, merecendo, portanto, uma atenção da pesquisa voltada para a racionalização do uso desse nutriente (SANGOI et al., 2003).

Objetivou-se pelo presente estudo avaliar a produtividade do cafeeiro, a faixa crítica de N foliar nas fases de granação e maturação e a exportação de N, em função das doses de nitrogênio, com a finalidade de otimizar a sua recomendação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma lavoura cafeeira, cv. Catuaí Vermelho IAC H2077-2-5-24, com cinco anos, implantada no espaçamento de 3 x 0,8 m (4.166 plantas por hectare), na Fazenda São Luiz, Garanhuns-PE (08°53'25" de latitude Sul, 36°29'34" de longitude Oeste e 900 m de altitude). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Csa "clima temperado mediterrâneo" mesotérmico com verão seco e quente. A temperatura média é de 22 °C, sendo que no mês mais frio chega a atingir 15,4 °C. Em relação à precipitação, a média acumulada anualmente é de 998,4 mm, distribuídos nos meses de abril, maio, junho e julho.

O sistema de irrigação adotado pela fazenda é o gotejamento, com uma vazão de 4 L h<sup>-1</sup>. Esse sistema era acionado automaticamente no período noturno devido as baixas taxas de energia (tarifa verde).

Os tratamentos foram estabelecidos por seis doses de N (0; 100; 200; 300; 400 e 500 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>) e quatro repetições, em delineamento experimental inteiramente casualizado, em que as parcelas foram constituídas por três plantas de café, com duas plantas laterais como bordadura. A fonte de nitrogênio utilizado foi uréia (45% de N) pelo menor custo e comumente usada pelos produtores de café da região.

Os atributos químicos do solo, no ano anterior a aplicação dos tratamentos, em setembro de 2008, estão apresentados na Tabela 1.

As doses de nitrogênio foram aplicadas via fertirrigação (diluição do fertilizante e aplicação com regadores), em três parcelas iguais nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2009. Os demais nutrientes foram aplicados segundo a necessidade da cultura com base no resultado de análise do solo (KCl em duas parcelas mensais por seis meses, de janeiro a junho, na dosagem de 10, 15, 15, 20, 20, 20%, respectivamente). Os tratamentos culturais adotados no experimento foram os mesmos utilizados na área total do cafezal. Não houve aplicação de herbicidas, fungicidas e inseticidas durante a condução.

Para avaliação da concentração foliar de N foram coletados o 3° e 4° pares de folhas a partir da

ponta dos ramos produtivos, a meia-altura do cafeieiro (MALAVOLTA et al, 1997), as quais foram efetuadas em setembro de 2008 (início do experimento) e nos meses de março, junho, julho e setembro 2009. O material coletado foi lavado e acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados, e submetidos a secagem em estufa com circulação de ar a 70 °C até o material atingir peso constante.

Para a determinação da concentração de N nos frutos cereja e passa, foram colhidos 2 kg de frutos por tratamento em setembro de 2009. As amostras foram previamente lavadas e, posteriormente, submetidas à secagem ao sol por três semanas. Após esse período, retirou-se uma sub-amostra de 60 g para secagem em estufa de circulação de ar a 70 °C até o material atingir peso constante.

O teor de nitrogênio total nas folhas diagnósticas e nos frutos do café foi obtido após digestão sulfúrica e determinado conforme o método analítico semi-micro Kjeldahl (BREMNER, 1965).

O nível crítico de um nutriente na planta é definido como o valor da concentração que separa a zona de deficiência da zona de suficiência. A metodologia usada para determiná-lo foi a proposta por Gallo et al. (1999).

A determinação da produtividade de frutos foi feita quando as plantas de cafeeiro apresentaram uma

percentagem média de 10% de frutos ainda verdes, em setembro de 2009. Após a coleta do material, foi determinado o peso em quilogramas de café cereja por parcela. Posteriormente procedeu-se a conversão para a produtividade (sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare). Para realizar a conversão utilizou-se a seguinte fórmula: Produtividade = [(quilogramas por planta x 0,2) x n° plantas por hectare] / 60 kg; admitindo que 10 quilogramas de café da roça equivale a 2 quilogramas de café beneficiado, ou seja um rendimento em peso de 20% (FAHL et al., 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

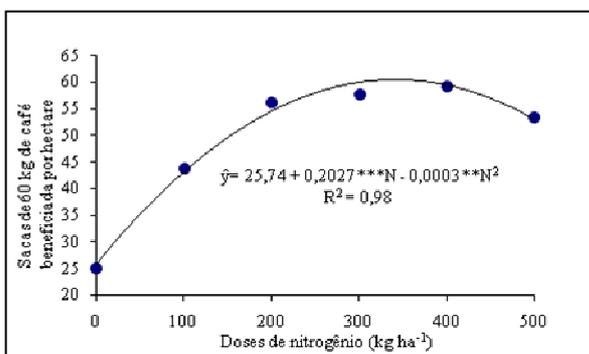
A produtividade de café beneficiado foi influenciada significativamente pelas doses de nitrogênio, apresentando ajuste quadrático entre as variáveis (Figura 1). O modelo evidencia aumentos significativos da produção com a aplicação de nitrogênio, o qual decresce após atingir a máxima produtividade entre as doses de 300 a 400 kg ha<sup>-1</sup> de N. O resultado da presente pesquisa corroboram dados obtidos por Franco et al. (2001).

**Tabela 1.** Resultado da análise química do solo da área experimental, Garanhuns – PE.

Profundidade (cm)	pH (em H <sub>2</sub> O)	P (Mehlich 1) mg dm <sup>-3</sup>	K	V %	C g kg <sup>-1</sup>	MO
0-20	6,20	33	100	69,47	6,50	11,20
20-40	5,60	13,20	160	61,12	4,60	8,00

Profundidade (cm)	H	Al	Ca	Mg	SB	CTC
	Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					
0-20	2,20	0,00	3,20	1,56	5,12	7,37
20-40	2,34	0,00	2,20	1,22	3,93	6,43



**Figura 1.** Produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cv. Catuai Vermelho IAC H2077-2-5-24), em função das doses de nitrogênio.

\*\*significativo a 1% de probabilidade; e \*\*\*significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste de F.

A produtividade máxima e a máxima econômica, calculada como sendo igual a 90% da produtividade máxima (GONTIJO et al.; 2007), estimadas pela equação de regressão, foram iguais a 60 e 54 sacas ha<sup>-1</sup> (Figura 1), que correspondem ao fornecimento de 337,83 e 196,43 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 1).

A dose de nitrogênio correspondente a 90% da máxima produção de grãos indica uma redução de 41,85% na dose de N para se alcançar a produção máxima, que corresponde a uma diminuição de apenas 10% da produção, e uma considerável economia com a adubação nitrogenada e menor custo da saca de café.

O valor observado para dose recomendável de nitrogênio para as condições do experimento (90%

**Tabela 2.** Equações de regressão ajustadas para doses de N aplicadas no solo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e as concentrações de N foliar ( $\hat{y}$ ) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cv. Catuaí Vermelho IAC H2077-2-5-24.

Variável	Equações de regressão	R <sup>2</sup>
N foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ )	Granação (março de 2009)	0,86
	$\hat{y}=23,676+0,0104^{***}\text{N}$	
N foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ )	Maturação (junho de 2009)	0,83
	$\hat{y}=26,092+0,0239\text{N}-0,00004^{**}\text{N}^2$	

\* - Significativo a 5% de probabilidade; \*\* a 1% de probabilidade; \*\*\* a 0,1% de probabilidade, pelo teste de F.

da produção máxima estimada) foi inferior à recomendação usual, ou seja,  $450 \text{ kg ha}^{-1}$  de N por ano. Franco et al. (2001) em experimento com doses de N no cafeeiro em São Paulo, obtiveram respostas com até  $360 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Em experimentos de campo, geralmente não há viabilidade econômica quando se busca a produção máxima, como pode ser inferida com base na “Lei dos incrementos decrescentes”. A colheita máxima econômica situa-se sempre pouco abaixo da colheita máxima fisiológica (TRIVELIN et al., 2002).

As equações que relacionam a concentração de N foliar nas fases da granação e maturação dos frutos em função das doses de nitrogênio estão apresentadas na Tabela 2.

Com as doses de nitrogênio estimadas para a produção máxima e para 90% da mesma, aplicadas nas equações que relacionam a concentração de N foliar com a dose de N, estimaram-se as faixas críti-

cas do nutriente (Tabela 3). Na fase de granação, em março de 2009, verificou-se comportamento linear entre as doses de N aplicadas e as concentrações do nutriente determinado nas folhas, o que, possivelmente, explica a ocorrência de “fome oculta”, em que não há manifestação visível de sintoma de deficiência nutricional. Nessa fase fenológica, o nutriente foi absorvido, o que evitou os possíveis efeitos deletérios das maiores doses de N. Na maturação dos frutos, três meses após a aplicação das doses de N (junho de 2009), a resposta do cafeeiro ao fornecimento do nutriente, em relação a sua concentração foliar, foi quadrática. Após suprir uma possível deficiência, as doses máximas prejudicaram a produção do cafeeiro. Entre junho e setembro de 2009 (fase de repouso), não constatou diferença entre as concentrações de nitrogênio nas folhas e a dose de N aplicada no solo.

**Tabela 3.** Faixas críticas de nitrogênio nas folhas 90 e 100% da produção máxima estimadas para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cv. Catuaí Vermelho IAC H2077-2-5-24, nas fases fenológicas de granação e maturação.

Nutriente	Faixas críticas	
	90%	100%
N foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ )	Granação (março de 2009)	
	25,72	27,19
N foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ )	Maturação (junho de 2009)	
	29,24	29,6

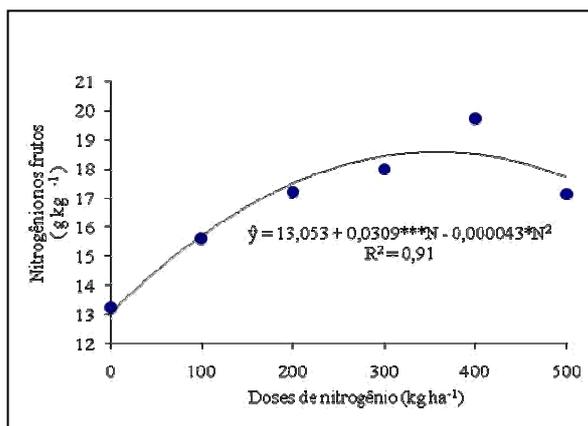
A faixa crítica de nitrogênio foliar, na granação, foi de 25,72 a 27,19  $\text{g kg}^{-1}$ , semelhante àquela obtida por Martinez et al (2003) em Manhaçu, como sendo 25,8 a 28,80  $\text{g kg}^{-1}$ . As plantas com concentração de N foliar na faixa crítica estavam bem nutridas, enquanto sob concentrações abaixo de 25,72  $\text{g kg}^{-1}$  são plantas deficientes em N e acima de 27,19  $\text{g kg}^{-1}$ , apresentavam consumo de luxo.

Observa-se pela Tabela 3 que na maturação, no mês de junho de 2009, a faixa crítica de N foliar (29,24 a 29,6  $\text{g kg}^{-1}$ ) possuiu uma amplitude inferior àquela da granação (março de 2009). Essa faixa crítica é muito próxima da proposta por Malavolta (1993) (27 a 32  $\text{g kg}^{-1}$ ).

A concentração de N no fruto em função da dose de N aplicada no solo apresentou correlação

quadrática (Figura 2). Esse modelo demonstra um aumento no teor de nitrogênio nos frutos de até 18,6  $\text{g kg}^{-1}$  quando fornece 359  $\text{kg ha}^{-1}$  de N.

A remoção de macronutrientes foi calculada pela relação entre a produtividade e o seu teor nos frutos. A maior remoção de nitrogênio pelos frutos do cafeeiro nas condições do experimento foi observada na dosagem de 328,62  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, o que corresponde a uma remoção de 204,31  $\text{kg ha}^{-1}$ . Nesta dose, a produção de uma tonelada de café beneficiado demanda 56,79  $\text{kg}$  de N, não corroborando com o resultado obtido por Malavolta et al. (1963), para os quais a exportação foi de 16,6  $\text{kg}$  de N por tonelada de café beneficiado.



**Figura 2.** Concentração de nitrogênio nos frutos (g kg<sup>-1</sup>) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cv. Catuai Vermelho IAC H2077-2-5-24, em função das doses de nitrogênio no mês de setembro, na maturação.

\*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; \*\*\*significativo ao nível de 0,1% de probabilidade, pelo teste de F.

## CONCLUSÕES

A dose de nitrogênio que proporciona a máxima eficiência econômica é a 196,43 kg ha<sup>-1</sup>;

A faixa crítica do nitrogênio varia da fase fenológica de granação para a fase fenológica de maturação, sendo os valores de 25,72 a 27,19 g kg<sup>-1</sup> e de 29,24 a 29,60 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente;

A aplicação da dose de 328,62 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio proporciona a maior remoção desse elemento pelo fruto, onde é retirado pela produção 204,31 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

## REFERÊNCIAS

BREMNER, J. M. Total nitrogen. In: BLACK, C.A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 1149-1178.

CARVALHO, L. G. et al. Avaliação de um modelo agrometeorológico para a previsão de produtividade de café em três localidades da região sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 343-352, 2003.

FAHL, J. I. et al. Enxertia de *coffea arabica* sobre progênies de *c. canephora* e de *c. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 297-312, 1998.

FRANCO, C. M. et al. Manutenção de cafezal com adubação exclusivamente mineral. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 523-546, 2001.

FREITAS, R. B. et al. Adubação do cafeeiro com nitrato de potássio via solo e folha, no outono-inverno e primavera-verão: efeitos na atividade da

redutase do nitrato, no crescimento das plantas e na produção. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 945-952, 2007.

GALLO, P. B. et al. Resposta de cafeeiros adensados à adubação NPK. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2, p. 341-351, 1999.

GONTIJO, R. A. N. et al. Faixas críticas de teores foliares de micronutrientes em mudas de cafeeiro (*coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 135-141, 2007.

LAVIOLA, B. G. et al. Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 19-31, 2008.

MALAVOLTA, E. et al. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XI. Extração de macro e micronutrientes na colheita pelas variedades "Bourbon Amarelo, Caturra Amarelo e "Mundo Novo". **Turrialba**, v. 13, n. 3, p. 188-189, 1963.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**: colheitas econômicas e máximas. 1. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A., **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARTINEZ, H. E. P. et al. Faixas críticas de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 703-713, 2003.

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

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 499-505, 2003.

RAMÍREZ, F. et al. Consumo de nutrientes por los frutos y bandolas de café Caturra durante um ciclo de desarrollo y maduración en Aquiares, Turrialba. **Agro-nomia Costarricense**, v. 26, n. 1, p. 33-42, 2002

REICHARDT, K. et al. Relação entre a adubação nitrogenada e as condições hídricas do solo para um cafezal de piracicaba, SP. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 41-55, 2009.

REVISTA CAFEICULTURA. **IPA estimula o agronegócio do café em Pernambuco**. Disponível

em:<<http://www23.sede.embrapa.br:8080/aplic/cafenews.nsf>>. Acesso em: 30 set. 2009.

SANGOI, L. et al. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com textura contrastantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 65-70, 2003.

SILVA, A. M. et al. Produtividade, rendimento de grãos e comportamento hídrico foliar em função da época de irrigação do parcelamento e do método de adubação do cafeeiro catuaí. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 434-440, 2003.

SIMÕES, R. O.; FARONI, L. R. A.; QUEIROZ, D. M. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco processados por via seca. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 139-146, 2008.

TRIVELIN, P. C. O. et al. Perdas do nitrogênio da uréia no sistema solo-planta em dois ciclos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 193-201, 2002.