

## Respuesta de cultivo de maíz en función de aplicación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada

**Allan Freitas Araújo Santos,**

Graduando do curso de Eng. Agrônômica  
allfas20@yahoo.com.br

**Teodoro Teles Martins,**

Mestre em Agronomia e Engenheiro Agrônomo (USP).  
teomartins@yahoo.com.br

**Gustavo Rennó Reis Almeida,**

Mestre em Fitotecnia, Especialista em Administração Rural (UFLA); Engenheiro  
Agrônomo (UNIFENAS)  
gustavo.renno@unis.edu.br

**Luciane Tavares da Cunha,**

Pós-doutorada em Bioquímica y Doutora em Ciências (USP); Formação  
Pedagógica em Biología Equivalente a Licenciatura Plena pelo Centro  
Universitário Claretiano; Mestre em Microbiologia (UFV); Graduada em  
Zootecnia (UFLA)

luciane.cunha@unis.edu.br

**UNIS/Varginha-MG. Brasil**

Recibido: 02/05/2016

Aprobado: 25/08/2016

### Resumen

Brasil es el tercer mayor productor de maíz del mundo y, debido a una creciente demanda, hay una necesidad de aumentar la productividad. El nitrógeno es muy requerido por el maíz y eleva los costos de producción. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en busca de una mejor relación entre coste y beneficio. El experimento se llevó a cabo en Boa Vista, el municipio de Paraguaçu, MG. El diseño experimental fue de bloques al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, y aplicaciones a dosis de 0, 100, 150, 200 y 300 kg/ha de N, por un total de 25 parcelas de muestreo. Se evaluó el rendimiento final de los parámetros de maíz, el peso de las espigas y rendimiento medio por hectárea. Las medias se compararon mediante Tukey al 5% de probabilidad. La aplicación de 200 kg/ha de N proporciona la mayor productividad, proporcionando un aumento de 6176.4 kg/ha (97,8%) en el rendimiento de grano. Hubo un aumento en el peso de las espigas con aplicación hasta 200 kg N/ha, sin diferencia estadística en la dosis más alta. Incluso con la aplicación de 200 kg N/ha proporcionó un rendimiento más alto, variando alrededor de 22,6%, lo que es una aplicación económicamente viable. Se

concluye que, para las condiciones de la zona de estudio, el uso de fertilizantes nitrogenados en la cantidad de 200 kg/ha favorecido el desarrollo de la cosecha de maíz, ya que proporciona una mayor productividad.

**Palabras clave:** Fertilizantes. Nitrógeno. Productividad.

### Resumo

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo e, devido a uma demanda crescente, existe uma necessidade em se aumentar sua produtividade. O nitrogênio é muito exigido pelo milho e é de extrema importância estudos sobre adubações nitrogenadas por elevar custos de produção. O trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da cultura do milho em função da aplicação de diferentes doses de adubação nitrogenada buscando uma melhor relação entre custo e benefício. O experimento foi conduzido no Sítio Boa Vista, município de Paraguaçu, MG. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, e aplicações nas doses de 0, 100, 150, 200 e 300 kg/ha de N, totalizando 25 parcelas amostrais. Foram avaliados os parâmetros produtividade final do milho, peso das espigas e rentabilidade média por hectare, e médias foram comparadas pelo Tukey a 5% de probabilidade. A aplicação de 200 kg/ha de N proporcionou a maior produtividade em relação à testemunha, proporcionando um aumento de 6.176,4 kg/ha (97,8%) na produtividade de grãos. Houve um aumento no peso das espigas com aplicação também de até 200 kg de N/ha, não havendo diferença estatística em dosagem superior a esta quantidade. Ainda, com a aplicação de 200 kg de N/ha, obteve-se uma maior rentabilidade, variando em torno de 22,6%, tornando uma aplicação economicamente viável. Conclui-se que para as condições da região estudada, o uso de adubação nitrogenada na quantidade de 200 kg/ha favoreceu o desenvolvimento da cultura do milho, proporcionando acréscimo em produtividade.

**Palavras-chave:** Fertilizante. Nitrogênio. Produtividade.

### Abstract

Brazil is the world's third largest corn producer and, due to an increasing demand, there is a necessity to increase productivity. Nitrogen is very required by corn and it is extremely important studies on nitrogenous fertilizer for raising production costs. The study aimed to evaluate the corn crop response due to the application of different doses of nitrogen fertilization seeking a better relationship between cost and benefit. The experiment was conducted at the "Boa Vista" farm in the city of Paraguaçu, MG. The experimental design was a randomized block design with five treatments and five repetitions, and applications at doses of 0, 100, 150, 200 and 300 kg / ha of N, totaling 25 sample plots. We evaluated the final

yield of corn parameters, weight of ears and average yield per hectare, and means were compared by Tukey at 5% probability. The application of 200 kg / ha of N provided the greatest productivity in comparison to, providing an increase of 6176.4 kg / ha (97.8%) in the grain yield. There was an increase in the weight of ears with application also up to 200 kg N / ha, with no statistical difference in higher dosage than this quantity. Even with the application of 200 kg N / ha gave a higher yield, varying around 22.6%, making it economically viable application. We conclude that for the conditions of the study area, the use of nitrogen fertilizer in the amount of 200 kg / ha favored the development of the corn crop, providing increased productivity.

**Keywords:** Fertilizer. Nitrogen. Productivity.

### Introdução

O Brasil se encontra entre os três maiores produtores de milho do mundo, ficando atrás apenas dos EUA e da China. Com uma área cultivada acima de 15 milhões de hectares e uma produção em torno de 84 milhões de toneladas o Brasil exporta em torno de 26 milhões de toneladas de milho, segundo a Companhia Nacional de Armazenagem, contribuindo com a nutrição humana e de animais em diversos países do mundo, além, do mercado interno (Conab, 2015). De acordo com Departamento de Agronegócio da Fiesp, o EUA produz hoje cerca de 361,1 milhões de toneladas de milho, mostrando assim que o nosso país tem muito a melhorar já que produzimos apenas 84 milhões de toneladas. Isto deve-se ao avanço de tecnologia que o EUA está muito na frente do Brasil e de outros países.

Além do uso na alimentação, o milho é um dos produtos mais versáteis podendo ser utilizado na produção de uma gama enorme de produtos industriais como: farinha de milho muito usado na culinária brasileira, creme de milho e fubá mimoso bem aproveitados na confeitaria, para confecção de broas, bolos entre outros, farinha pré-cozida, flocos de milho, canjica (branca e amarela), polenta, polenta pré-cozida, pipoca de milho, cuscuz e angu, óleo de milho, etanol entre outros, de acordo com o Departamento de Pesquisas e estudos Econômicos (Depec, 2015).

Segundo Silva et al. (2009), recentemente a Europa e os Estados Unidos têm incentivado aos produtores o plantio de milho para a produção de etanol, com isso encarecendo o uso direto e indireto desse cereal para fins alimentícios. De acordo com o Departamento do Agronegócio da Fiesp (Deagro/Fiesp), o consumo em 2014/15 é estimado em 973,1 milhões de toneladas, superando em 26,9 milhões de toneladas (3%) em relação ao ciclo passado, atingindo um novo recorde. Apesar da queda nas exportações, o aumento de produção é justificado pelo aumento do consumo interno aliviando a pressão sobre os estoques, que devem ter um

aumento de 17,6 milhões de toneladas na nova safra. Com uma demanda crescente, o Brasil necessita aumentar a produtividade já que sua média não passa de 5,4 ton/ha.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de diferentes doses de nitrogênio, em plantio e cobertura na cultura do milho, na produtividade de uma safra agrícola, buscando a melhor relação entre custo e benefício para introdução e manutenção da cultura, realizado no município de Paraguaçu, Sul de Minas Gerais.

## Desenvolvimento

### Nitrogênio no milho: demanda e funções

O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos pelas plantas, não sendo diferente no milho, o nitrogênio é o nutriente extraído do solo em maior quantidade pela cultura do milho (Tabela 1), sendo comum encontrar redução na produção devido a sua carência (Coelho, 2006).

Dentre os elementos essenciais, o nitrogênio é responsável pelo crescimento das plantas, pela a síntese de novas células e tecidos. Este elemento promove a formação de moléculas de clorofila, um pigmento verde encontrado nas folhas e alguns ramos cuja função é absorver a energia da luz solar e transformá-la em energia química, sendo esta, uma das principais funções deste nutriente para as plantas, segundo Braga (2010). A clorofila combina dióxido de carbono e água formando a glicose que é um monossacarídeo que a planta necessita para o seu crescimento, produção de grãos e frutos. Esta molécula é composta de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N) e magnésio (Mg); destes, somente o nitrogênio e o magnésio são oriundos do solo, embora o nitrogênio ocorra na terra como o principal constituinte do ar atmosférico, aproximadamente 78% em volume, porém neste estado as plantas não conseguem absorver, ao contrário dos outros elementos citados segundo Silva (2015).

**Tabela 1.** Extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada à produção de grãos e silagem em diferentes níveis de produtividade.

Tipos de Exploração	Produtividade	Nutrientes				
		N	P	K	Ca	Mg
	t/ha	Kg/ha <sup>-1</sup>				
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,8	100	19	95	17	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33

Fonte: Coelho, (2006).

Ainda, proteínas são formadas por aminoácidos que são moléculas orgânicas formadas por carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N). Algumas podem conter enxofre em sua composição. Esses compostos se ligam, formando a molécula de aminoácido (Gonçalves, 2015). Portanto toda molécula de proteína obrigatoriamente possui nitrogênio, quando há um suprimento adequado deste nutriente, as plantas crescem rapidamente; ao contrário, quando há deficiência, o crescimento é lento (Braga, 2010).

Outros importantes compostos orgânicos nitrogenados incluem os nucleotídeos, tais como ATP, ADP, NAD e NADP, e os ácidos nucleicos DNA e RNA. Também, muitas das vitaminas, como o grupo das vitaminas B também contém nitrogênio segundo Gallo e Basso (2013). Na síntese de proteínas, a amônia combina com um monossacarídeo formando aminoácidos. Na ausência de amônia, os açúcares se acumulam na planta, não ficando disponíveis para planta e quando não há uma quantidade ideal de carboidratos (açúcares) disponíveis, a produção da planta é pequena. Ao contrário, segundo Gallo e Basso (2013), uma boa quantidade de nitrogênio, normalmente, proporciona um maior ciclo vegetativo do milho, aumentando a produção de grãos.

Portanto, o nitrogênio é um elemento essencial, pois na planta atua participando nas moléculas de compostos orgânicos, como os aminoácidos e proteínas, sendo ainda ativador de enzimas para realização de processos vitais da planta, ou seja, metabolismo primário, como síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Mercier, 2008).

### **Absorção e assimilação do nitrogênio pelas plantas**

A passagem de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) através da membrana plasmática das células da epiderme e do córtex da raiz ocorre através de transportadores específicos para essas formas de nitrogênio (Alcântara, 2009). Após a sua entrada na célula, o nitrato pode ser reduzido a nitrito, no citosol, através da enzima redutase do nitrato e, logo a seguir, convertido a amônio no plastídio, através da enzima redutase do nitrito. O  $\text{NH}_4^+$  é, então, incorporado em aminoácidos pelas enzimas sintetase da glutamina e sintase do glutamato formando glutamina, glutamato e outros aminoácidos e seus metabólitos. Alternativamente, o  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  pode ser transportado por carregadores específicos através do tonoplasto e armazenados no vacúolo, para quando for necessário serem reduzidos no citosol da mesma célula ou até mesmo serem translocados inalterados para a parte aérea da planta. Nos colmos e folhas o nitrato é reduzido a nitrito pela ação da enzima redutase do nitrato, e a amônio, através da enzima redutase do nitrito. O  $\text{NH}_4^+$  é então incorporado em aminoácidos pelas enzimas

glutamina sintetase e sintase do glutamato. Estes elementos podem ser armazenados no vacúolo das células para posterior redução e utilização.

### **Sintoma de deficiência de nitrogênio**

As plantas com deficiência de nitrogênio apresentam as folhas com uma coloração verde-pálida ou amarelada em função da redução na síntese de clorofila. Em sua falta ou insuficiência, o crescimento da planta é retardado e ocorre um amarelecimento da ponta para a base em forma de "V", observando-se uma secagem começando na ponta das folhas mais velhas, progredindo ao longo da nervura principal, com necrose e em seguida dilaceramento, além de manter os colmos finos.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido, de outubro de 2014 a abril de 2015, no Sítio Boa Vista, localizado no bairro da Serra, no município de Paraguaçu, MG. A área experimental se localiza nas coordenadas 21°35'34.87 de Latitude Sul e 45°46'23.32" de Longitude Oeste. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos, com doses de 0, 100, 150, 200 e 300 Kg de nitrogênio por hectare e cinco repetições, totalizando 25 parcelas amostrais.

Cada parcela experimental foi constituída por 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m) contendo 10 ruas de 5 metros com 175 sementes por parcela, na densidade de três sementes e meia por metro e espaçamento de 0,5 m entre as linhas com uma população de 70.000 mil sementes conforme o recomendado para o híbrido. O milho utilizado para plantio foi um híbrido recomendado para a região, considerado um híbrido de alta produtividade possuindo duas proteínas inseridas na semente, onde a primeira é uma proteína inseticida de Bt que proporciona eficiente controle da lagarta-do-cartucho, lagarta-da-espiga e broca-do-colmo e a segunda proteína da tecnologia RR, que significa que este milho é resistente ao glifosato, permitindo um controle mais eficaz das plantas daninhas, podendo fazer o uso deste herbicida para capina, reduzindo o custo de produção e melhorando a praticidade de aplicação.

Foi realizada a análise de solo e não foi necessária a realização de calagem, uma vez que a saturação de base ideal e relação cálcio/magnésio 3:1, pois segundo as relações cálcio/magnésio superiores à 3:1, causam queda no crescimento e na produção de plantas, em razão do efeito de inibição de absorção que o excesso de cálcio causa em relação ao magnésio e viceversa.

O experimento foi conduzido no sistema de plantio direto com histórico de três anos, em que o sistema originalmente ocupado por vegetação de pastagem. A área foi dessecada com herbicida a base de glifosato (1,98 kg/ha), aguardando o período de 10 dias para início do plantio. Pelos níveis

de potássio e fósforo entre médio a alto, foi realizada uma adubação de plantio de 400 kg do adubo formulado 10-30-10 por hectare com exceção da testemunha que foi utilizado 400 kg do adubo formulado 00-30-10 para não obter a influência do nitrogênio. Com essa adubação de plantio procurou-se atender algumas necessidades da planta como 40 kg de nitrogênio por hectare para auxiliar no arranque inicial, com exceção da testemunha; tendo como referência recomendações de Coelho (2006).

A adubação teve sua aplicação dividida conforme observado na Tabela 2, sendo uma parte aplicada no plantio e a outra em cobertura. O complemento da adubação nitrogenada por cobertura aconteceu 30 dias após a semeadura, no estágio um, de duas a quatro folhas. As adubações de cobertura nitrogenada foram realizadas com nitrato (30-00-00) nas seguintes dosagens, conforme descrito na Tabela 3.

**Tabela 2.** Doses de nitrogênio em kg/ha utilizado por tratamento.

Dosagem de Nitrogênio em Kg/ha			
Tratamento	Plantio (Kg)	Cobertura (Kg)	Total (Kg)
Testemunha	0	0	0
1 º Tratamento (100 kg de N)	40	60	100
2 º Tratamento (150 kg de N)	40	110	150
3 º Tratamento (200 kg de N)	40	160	200
4 º Tratamento (300 kg de N)	40	260	300

**Tabela 3.** Doses do nitrato em kg utilizado por hectare e por parcela.

Dosagem do Nitrato (30-00-00) em Kg/ha utilizado em cobertura.		
Tratamento	Hectare (Kg)	Parcela (Kg)
Testemunha	-	-
1 º Tratamento (100 kg de N)	200,00	0,50
2 º Tratamento (150 kg de N)	366,67	0,92
3 º Tratamento (200 kg de N)	533,33	1,33
4 º Tratamento (300 kg de N)	866,67	2,17

Foram avaliados os parâmetros número de grãos por espiga, peso de 1000 grãos, peso das espigas e produtividade final do milho. A análise de variância foi realizada por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o pacote computacional Sisvar desenvolvido por Ferreira (2010).

## Resultados e Discussão

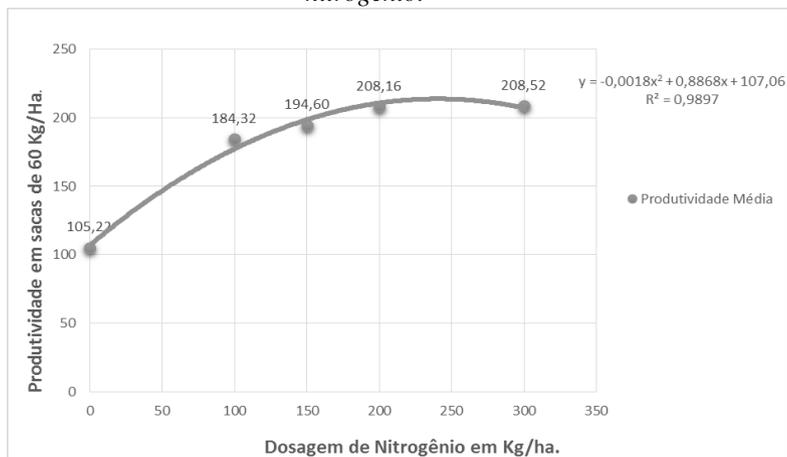
De acordo com as produtividades (Figura 1), pode ser observado um grande incremento quando comparado com a testemunha, independente da dose aplicada, o que demonstra um grande potencial de resposta do milho ao nitrogênio. A produtividade de grãos por unidade de área foi aumentada

conforme o aumento das doses de N aplicadas. A aplicação de 200 kg/ha de N proporcionou a maior produtividade em relação à testemunha, proporcionando um aumento de 6176,4 kg/ha (97,8%) na produtividade de grãos. Este aumento demonstra a importância do nitrogênio no aumento da produtividade do milho, já que, sua disponibilidade foi um grande fator que acabou limitando a produtividade nas parcelas-testemunha. Desta forma, analisando o aumento nas dosagens de nitrogênio nota-se que a resposta do milho vai aumentando de forma progressiva até na dosagem de 200 kg de N por hectare, confirmando resultados encontrados por autores acima citados, e doses além desta, a resposta é pequena não apresentando viabilidade econômica.

Ainda foi possível inferir que a aplicação de 200 kg de nitrogênio por hectare demonstrou, em média, ser 3% mais rentável comparado aos outros tratamentos, levando em consideração receitas e despesas do ano safra 2014/2015. Com esta dosagem obtêm-se uma melhor rentabilidade, variando em torno de 22,64%, tornando uma aplicação economicamente viável.

Na Tabela 4 podem ser observadas as diferenças de produtividade total do milho em sacas/ha, peso médio em gramas por espiga, número médio de grãos por espiga e peso médio de 1000 grãos em gramas relativo à resposta do milho em diferentes doses de nitrogênio. Verifica-se que todos os parâmetros avaliados tiveram aumento relativo com aplicação de 200 kg de nitrogênio por hectare, o que confirma a importância do nitrogênio no peso das espigas.

**Figura 1.** Produtividade (sacas/ha) obtida em diferentes doses de nitrogênio.



A aplicação desta dose está próxima das citadas por Cantarella (1993) e por Coelho e França (2011), em que o primeiro autor cita que, em várias partes do mundo, a recomendação de aplicação N para a lavoura de milho busca uma produção acima de que 9.000 kg/ha, e que varia de 150 a 300 kg/ha, e os segundos autores recomendam o uso de 100 a 200 kg/ha de N para a cultura de milho irrigada. A dose de 120 kg/ha de N é a recomendada por Rajj e Cantarella (1996) para produção estimada de 8.000 a 10.000 kg/ha em solos que permitam à planta alta resposta ao nitrogênio. Vanotti e Bundy (1994), em um estudo realizado por 24 anos, determinaram que a dose econômica variou de 168 kg/ha de N, em anos de baixa produtividade, a 176 kg/ha de N, em anos de alta produtividade.

Segundo Machado (1997), suprimentos inadequados de nitrogênio geralmente limitam a produção do milho na maioria dos países tropicais, estimando-se que os fertilizantes nitrogenados correspondam a 40% do custo total de produção. Grande parte da produção de milho é realizada por pequenos e médios agricultores e a produtividade tem sido garantida pela utilização de quantidades substanciais de fertilizantes nitrogenados, elevando custos, podendo ocasionar ainda contaminação ambiental (Machado et al. 1998).

**Tabela 4.** Produtividade total do milho em sacas/ha (PTH), peso médio em gramas por espiga (PMGE), número médio de grãos por espiga (NMGE) e peso médio de 1000 grãos em gramas (PMMG), relativo à resposta do milho em diferentes doses de nitrogênio.

Tratamentos	PTH	PMGE	NMGE	PMMG
4 <sup>o</sup> Tratamento (300 kg de N)	208,52 a	184,59 a	462,40 a	399,20 a
3 <sup>o</sup> Tratamento (200 kg de N)	208,16 a	184,27 a	465,60 a	395,77 a
2 <sup>o</sup> Tratamento (150 kg de N)	194,60 b	172,27 b	446,00 b, c	386,25 b
1 <sup>o</sup> Tratamento (100 kg de N)	184,32 c	163,17 c	428,60 c	380,86 b
Testemunha	105,22 d	93,15 d	358,60 d	259,70 c
Média	180,16	159,49	432,24	364,36
CV	2,1	2,1	2,5	2,2

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelos Testes de Tukey a 5% de probabilidade.

## Conclusões

Conclui-se que o milho apresenta uma resposta muito favorável quando recebe adubações com nitrogênio na quantidade de 200 kg/ha. O uso de dosagens corretas e adequadas de nitrogênio melhora a produtividade de milho por unidade de área. Doses acima da recomendada, não proporcionam respostas viáveis nem de planta e nem em termos econômicos, o que onera o custo de produção e diminui a lucratividade do produtor.

## Referências

- Alcântara, R. M. C. M. et al. (2009). *Mecanismos bioquímicos, fisiológicos e moleculares relacionados com a eficiência de uso de nitrogênio em leguminosas e gramíneas. Teresina: Embrapa Meio Norte*, 39 p.
- Cantarella, H. (1993). *Calagem e adubação do milho*. In: Büll, L.T.; Cantarella, H. (Ed.). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba. *Potafos*, p.147-185.
- Braga G. N. M. (2010). *As funções do nitrogênio para as plantas*. Disponível em <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2010/04/as-funcoes-do-nitrogenio-para-as.html>. Acesso 10 de out. 2015.
- Depec. (2015). *Milho*. Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos: São Paulo. 52p.
- Coelho, A. C. (2006). *Nutrição e adubação do milho*. Sete Lagoas, MG. EMBRAPA. 10p.
- Coelho, A. M.; França, G. E. (2011). *Nutrição e adubação do milho*. Disponível em [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_7\\_ed/feraduba.htm#topo](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/feraduba.htm#topo): Acesso em: 30 out. 2015.
- Companhia Nacional Do Abastecimento – Conab. (2015). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. Brasília: Conab, v. 1, n.3.
- Ferreira, D. F. (2010). SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium (Lavras)*, v. 6, p. 36-41. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br/~danielff/softwares.htm>. Acesso em: 10 de junho de 2015.
- Deagro. (2015). *Safra mundial de milho*. Departamento do Agronegócio. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/sobre-a-fiesp/departamentos/agronegocio-deagro/>. Acesso 20 out 2015.
- Gallo, L. A., Basso, L. C. (2013). *Metabolismo do nitrogênio*. Piracicaba. Esalq. 30p.
- Gonçalves F. (2015). *Aminoácido*. Disponível em: <http://www.infoescola.com/bioquimica/aminoacido/>. Acesso em 02 out. 2015.
- Machado, A. T. (1997). *Perspectiva do melhoramento genético em milho (Zea mays L.) visando eficiência na utilização do nitrogênio*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Machado, A. T.; Machado, C. T. T.; Furlani, P. R. (1998). Avaliação e caracterização de variedades locais de milho para condições adversas de ambiente. *Rede projetos tecnologias alternativas*, p.151-178.
- Mercier, H. (2015). *Nutrição mineral e metabolismo do nitrogênio*. Disponível em: [http://felix.ib.usp.br/pessoal/marcos/Forma\\_Funcao/PDFs/AULAS%20TEORICAS/nutricaoenitrogenio.pdf](http://felix.ib.usp.br/pessoal/marcos/Forma_Funcao/PDFs/AULAS%20TEORICAS/nutricaoenitrogenio.pdf). Acesso em: 12 de out. 2015.
- Raij, B. Cantarella, H. (1996). *Outras culturas industriais*. In: Raij, B. Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas. Instituto Agronômico, p.233-243.
- Silva, A. L. (2015). *Aminoácidos e Nitrogênio*. Disponível em: <http://www.infoescola.com/bioquimica/aminoacidos-e-nitrogenio/> Acesso em: 10 de out. 2015.