



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE AGRONOMIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CAMPUS DE POMBAL**

HILBERTO DE ASSIS FERREIRA

**PRODUTIVIDADE DO MILHO SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO EM
PAULISTA - PB**

DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG

POMBAL

2009

HILBERTO DE ASSIS FERREIRA

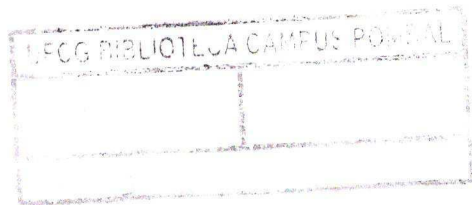
**PRODUTIVIDADE DO MILHO SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO EM
PAULISTA - PB**

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Anielson dos Santos. Souza

POMBAL

2009



Catálogo da Publicação da Fonte. Universidade Federal de Campina Grande. Biblioteca Setorial do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA)

F383p FERREIRA, Hilberto de Assis

Produtividade do milho submetido a doses de nitrogênio em Paulista-PB / Hilberto de Assis Ferreira. Pombal-PB: CCTA/UFCG, 2009.

28p.

Orientador: Prof. Dr. Anielson dos Santos Souza.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar / Universidade Federal de Campina Grande-PB

1. Milho *Zea mays* (L) I. FERREIRA, Hilberto de Assis. II. TÍTULO.

CDU.633.15 (812/813A/Z)

HILBERTO DE ASSIS FERREIRA

PRODUTIVIDADE DO MILHO SUBMETIDO A DOSES DE NITROGÊNIO EM PAULISTA - PB

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em ____/____/2009

BANCA EXAMINADORA

Prof. Anielson dos Santos Souza, D. Sc. (Orientador)
Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga, D. Sc. (Conselheiro)
Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Cláudio Silva Soares, D. Sc. (Conselheiro)
Universidade Estadual da Paraíba

POMBAL

2009

A **DEUS**, por me dá serenidade e **Paz**, e a chance de alcançar essa conquista na minha vida, a minha esposa “Danielle”, ao meu filho “Hidan” e a todos os meus familiares, amigos, colegas e todos os que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste sonho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, por estar sempre presente em minha vida e por ter tornado possível a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Hildo e Bárbara pelo apoio em todos os momentos difíceis.

Aos meus irmãos, Junior e Yolanda pelo apoio incondicional.

A minha esposa Danielle e o meu filho Hidan pela paciência todo esse tempo.

Aos examinadores da monografia pela atenção e empenho na correção do trabalho.

A todos da Biblioteca pelo suporte bibliográfico.

A Universidade Federal de Campina Grande UFCG pelo acolhimento.

A todos os meus colegas pelo convívio saudável, durante todo esse tempo.

Ao meu orientador Prof. Dr.. Anielson dos Santos Souza, pela paciência, colaboração e exemplo de vida. **O MEU MUITO OBRIGADO.**

Aos meus amigos e amigas, Elizeuda, Francivaldo, João Batista, José Maria Petrúcio e Raissa.

Aos professores Anielson e Josinaldo pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos meus tios e tias, Ivanil, Ivonete e Neto pela acolhida em suas residências.

Ao Senhor Valdemar Delaia pelo empréstimo de sua propriedade para instalação do experimento.

RESUMO

O milho é uma das plantas cultivadas de maior importância econômica e social sendo objeto de extensivos estudos em todo o mundo e no Brasil é o segundo cereal mais cultivado. Para a obtenção de elevada produtividade, nutrição mineral da planta, sobretudo o N por que é o nutriente extraído em maior quantidade e de maior custo, tem influência marcante na determinação da cultura. O objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta da cultura do milho a seis doses de nitrogênio no sertão paraibano. O experimento foi realizado no período de julho a outubro de 2009 no sítio Várzea do Agostinho no município de Paulista – PB. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com seis tratamentos (0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha⁻¹ de N) e quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: Produtividade, comprimento e diâmetro da espiga, massa da espiga, grãos por espiga, massa do sabugo, massa de cem sementes e produção de grãos por planta. A máxima produtividade de grãos (7,32 t ha⁻¹) foi obtida com a dose de 203,75 kg ha⁻¹ de N. Foram obtidas funções quadráticas para os componentes (produtividade, massa da espiga, produção por planta, comprimento da espiga, número de grãos por espiga e massa de cem sementes). A produtividade do milho *Híbrido AG 1051*, correlacionou-se positivamente com todos os componentes de produção, exceto para o diâmetro da espiga, e com maior destaque para o peso da espiga, produção de grãos por planta e comprimento da espiga. O fornecimento de doses de N superiores as recomendadas pela análise de solo, em até 150 kg ha⁻¹, promoveu aumento significativo da produtividade e dos principais componentes de produção do milho.

Palavras-chave: *Zea mays* (L.), adubação, Híbrido AG 1051.

ABSTRACT

The maize is one of the cultivated plants of bigger economic and social importance being object of extensive studies in the world, in the Brazil is the second cereal more cultivated. The nitrogen is the nutrient extracted in bigger amount, of bigger cost and also what more influence the productivity of the culture. The purpose of the study was to evaluate the answer of the culture of maize the six nitrogen levels in the paraibano hinterland. The experiment was carried in the period of July the October of 2009 out at the farm Vale Augustinho in the Paulista - PB. The experimental design was arranged in a randomized block with six treatments (0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha⁻¹ of N) and four repetitions. The maximum productivity of grains (7,32 t ha⁻¹) was gotten with the dose of 203,75 kg ha⁻¹ of N. With the regression analyses quadratic functions had been verified for the production components (mass of the ear, production for plant, length of the ear, number of grains for ear and mass of 100 seeds). The productivity of Hybrid AG 1051 positively correlated with all the production components, except for the diameter of the ear, and with bigger evidence for the weight of the ear, production of grains for plant and length of the ear. The level of the 150 kg ha⁻¹ promoted significant increase of the productivity and the main components of production of the maize.

Keywords: *Zea mays* (L.), fertilization, Hybrid AG 1051.

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Preparo do solo da área experimental. Paulista– B, 2009.	10
FIGURA 2 – Medição do comprimento (A) e diâmetro (B) da espiga. Paulista – PB, 2009.	13
FIGURA 3 – Produtividade da cultura milho submetido a diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.	16
FIGURA 4 – Massa seca da espiga (grãos+sabugo) do milho cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista - PB, 2009.	16
FIGURA 5 – Produção de grãos por planta do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.	17
FIGURA 6 – Comprimento médio da espiga do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.	18
FIGURA 7 – Diâmetro médio da espiga (A) e massa do sabugo (B) do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.	19
FIGURA 8 – Composição da espiga do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.	19
FIGURA 9 – Número de grãos por espiga do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.	20
FIGURA 10 – Massa de cem sementes do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.	21

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Identificação e descrição dos tratamentos utilizados no experimento. Paulista - PB, 2009.	11
TABELA 2 – Atributos químicos do solo em que foi instalado o experimento. Paulista - PB, 2009.	11
TABELA 3 – Atributos físicos do solo em que foi instalado o experimento. Paulista - PB, 2009.	12
TABELA 4 – Resumos das análises das variâncias para os dados de produtividade, massa seca da espiga e produção de grãos por planta. Paulista - PB, 2009.	15
TABELA 5 – Resumos das análises das variâncias para os dados de comprimento e diâmetro da espiga e massa do sabugo. Paulista - PB, 2009.	17
TABELA 6 – Resumos das análises das variâncias para os dados de número de grãos por espiga e massa de cem sementes. Paulista - PB, 2009.	20
TABELA 7 – Estimativa dos coeficientes de correlação entre algumas características agrônômicas do híbrido de milho AG 1051. Paulista – PB, 2009.	22

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	V
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 CULTURA DO MILHO.....	2
2.1.1 Botânica, origem e distribuição geográfica.....	2
2.1.2 Importância econômica e alimentar.....	3
2.1.3 Exigências nutricionais.....	4
2.1.4 Importância do nitrogênio para as plantas.....	5
2.1.5 Adubação nitrogenada do milho.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Local do experimento.....	9
3.2 Híbrido utilizado e aquisição de sementes.....	9
3.3 Preparo do solo.....	10
3.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	10
3.5 Semeadura, adubação e tratos culturais.....	11
3.6 Características avaliadas.....	12
3.6.1 Produtividade e produção de grãos por planta.....	12
3.6.2 Diâmetro e comprimento da espiga.....	13
3.6.3 Massa da espiga do sabugo e de cem sementes.....	13
3.6.4 Número de grãos por espiga.....	13
3.7 Análise dos dados.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5 CONCLUSÕES.....	23
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*, tribo *Maydeae*, espécie diplóide ($2n=20$), monóica e alógama. Sua origem data entre 7 e 10 mil anos atrás no México e na América Central e sua linha evolutiva é bastante discutida (GALINAT, 1995). É uma das plantas cultivadas de maior interesse e extensivos estudos, os quais permitiram seu cultivo em todos os continentes. Tal fato deve-se à grande adaptabilidade da planta, que por sua vez ocorre em função da grande variedade de genótipos existentes (MAGALHÃES et al., 2002).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com cerca de 13 milhões de hectares cultivados, superado apenas pelos EUA e pela China. A produtividade média nacional é baixa, em torno de $3,2 \text{ t ha}^{-1}$ de grãos (CONAB, 2004). Além de ocupar uma área cultivada considerável no território brasileiro, gerando empregos no setor agrícola, o milho é importante pela sua utilização direta na alimentação humana e de animais, bem como na indústria para a produção de amido, óleo, álcool, flocos alimentícios, bebidas e de muitos outros produtos importantes em nosso cotidiano. A importância do milho para a produção animal pode ser verificada pelo emprego de 80 % de todo o milho produzido no país ser consumido na forma de ração (SOUZA; BRAGA, 2004).

Muito autores afirmam que os baixos índices de produtividade da cultura ocorrem notadamente em virtude do manejo incorreto de corretivos e fertilizantes, com destaque para o nitrogênio, o qual tem sua dinâmica no solo condicionada pelo sistema de manejo, condições climáticas e características do solo, como textura e estrutura (SILVA; BUZZETTI; LAZARINI, 2005). O nitrogênio é o nutriente mineral extraído em maior quantidade pelo milho, exercendo maior influência na produtividade de grãos, além disso, é o que mais onera o custo de produção da cultura (SILVA et al. 2005).

Diante disso é de suma importância o fornecimento de nitrogênio via adubação para a cultura do milho em concentração adequada, para garantir o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das plantas. Por isso, pesquisas voltadas para a obtenção de doses adequadas poderão contribuir com a mitigação das perdas e aumento da eficiência do uso do nitrogênio.

Pelo exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a resposta da cultura do milho a seis doses de nitrogênio no município Paulista, alto sertão paraibano.

2. REVISÃO LITERÁRIA

2.1 Cultura do milho

2.1.1 Botânica, origem e distribuição geográfica

Botanicamente, o milho pertence à ordem *Gramineae*, família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribu *Maydeae*, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*. Tal cultura passou a ser *Zea mays* L. *spp. mays*, já que no México possui um parente selvagem de espécie chamado teosinte, com nome científico *Zea mays*, com suas subespécies diferenciadas do milho, como por exemplo: *Zea mays spp. Mexicana*, *Zea mays perennis* entre outros. É uma planta com taxa de alogamia próxima de 100 % (COELHO; FRANÇA, 1995).

A semente do milho é composta pelas seguintes partes: a) pericarpo que corresponde à parte superior do grão de milho, onde se encontra o amido mole; b) endosperma o qual corresponde a maior parte do grão de milho, e é composto basicamente de 61 % de amido e 7 % de glúten que envolve os grânulos de amido e de uma pequena porcentagem de gordura, além de outros componentes, o endosperma é comumente referido como amido duro; c) película ou casca que é a parte externa que recobre o grão; d) embrião que corresponde à parte vegetativa do grão e a fonte de óleo do grão de milho, é denominado gemem, sendo a parte superior o cotilédone, a parte centro-norte a plúmula, a parte centro-sul o cutelo e a parte inferior à radícula que se liga ao pedúnculo; e) Pedúnculo responsável pela sustentação do grão na espiga ou sabugo (raque).

Entre as plantas cultivadas, o milho é uma das mais antigas, e seu alto nível de domesticação, associado ao extenso trabalho de melhoramento genético, tornou esta cultura altamente dependente da ação humana. Atualmente o milho é insumo para produção de uma centena de produtos, que compreendem desde o campo farmacêutico até a fabricação de cosméticos, graxas, resinas, dentre outros (CIB, 2008), possuindo assim, as mais diversificadas formas de uso, podendo ser destinado tanto para o consumo humano e para alimentação de animais quanto para a indústria de alta tecnologia, fato este que caracteriza sua grande importância econômica (MAGALHÃES et al., 2002).

2.1.2 Importância econômica e alimentar

Os maiores produtores mundiais de milho são Estados Unidos e China, com 332,09 e 151,83 milhões de toneladas, respectivamente. O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores. De acordo com os dados contidos no ANUÁRIO DO MILHO (2008), a previsão da produção mundial de milho para a safra de 2007/2008 foi de 789,2 milhões de toneladas, sendo a contribuição da produção brasileira de 58,5 milhões de toneladas.

De acordo com a CONAB (2009), a cultura do milho, no Brasil, ocupa o segundo lugar no ranking de maior área de produção entre os grãos, o que representa 30,4 % da área total, perdendo somente para a soja (44,8%). Destacam-se como maiores produtores os Estados do Paraná, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Goiás e São Paulo (CONAB, 2009).

A produção brasileira de milho tem se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de plantio. Os plantios de verão, ou primeira safra, são realizados na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre fins de agosto na região Sul até os meses de outubro/novembro no Sudeste e Centro Oeste. A produção obtida na chamada “safrinha”, ou segunda safra, por sua vez, se refere ao milho de sequeiro, plantado extemporaneamente, em fevereiro ou março, sucedendo uma cultura de verão e possibilitando a otimização da mão-de-obra e de maquinários da propriedade, diminuindo a sazonalidade da produção, do abastecimento e de preços (TSUNECHIRO et al., 2006).

Apesar da produção do milho no Brasil ser voltada basicamente para abastecimento interno, esta apresentou taxas de crescimento da ordem de 3 % ao ano e da área cultivada de 0,4 % ao ano nos últimos anos (EMBRAPA 2007). De acordo com levantamento realizado anualmente pela CONAB (2008), preços estimulantes, aliados às boas condições climáticas na maioria dos estados produtores, geraram aumento na produção total de milho até julho de 2008 (1ª e 2ª safra), com recorde de 58,5 milhões de toneladas, com crescimento de 9,5 % (3,47 milhões de toneladas) na safra principal e 24,5 % (3,62 milhões de toneladas) na safrinha, totalizando 18,4 milhões de toneladas, 26,3 % mais do que na safra 2006/07.

2.2 Exigências nutricionais

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que esta extrai durante o seu ciclo. Esta extração total dependerá, portanto, do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada. Assim, tanto na produção de grãos como na de silagem será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que esta é capaz de extrair, em geral os nutrientes são fornecidos pelo solo e através de adubações. Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de milho são muito pequenas. Por exemplo, para uma produção de 9 t de grãos/ha, são extraídos: 2.100 g de ferro, 340 g de manganês, 110 g de cobre, 400 g de zinco, 170 g de boro e 9 g de molibdênio. Entretanto, a deficiência de um deles pode ser tão danosa quanto à deficiência de um macro nutriente (RESENDE; FRANÇA, 2000).

Dentre os nutrientes, a importância do nitrogênio e do potássio sobressai quando o sistema de produção agrícola passa de extrativista, com baixas produções por unidade de área, para uma agricultura intensiva e tecnificada. Em condições de baixa produtividade, em que as exigências nutricionais são menores, mesmo uma modesta contribuição do nitrogênio e do potássio suprida pelo solo pode ser suficiente para eliminar o efeito da adubação com estes nutrientes. No que se referem à exportação dos nutrientes nos grãos, o fósforo é quase todo translocado para as sementes (80 a 90 %), seguindo-se o nitrogênio (75%), o enxofre (60%), o magnésio (50%), o potássio (20-30%) e o cálcio (10-15%). Diante disso, a incorporação dos restos culturais do milho é de grande importância por devolver ao solo grande parte dos nutrientes, especialmente potássio e cálcio, contidos na palhada. Quando o milho é colhido para silagem, além dos grãos, a parte vegetativa também é removida, havendo conseqüentemente alta extração e exportação de nutrientes (COELHO; FRANÇA, 1995).

Assim, problemas de fertilidade do solo se manifestarão mais cedo na produção de silagem do que na produção de grãos, notadamente se a primeira for obtida de uma mesma área por vários anos consecutivos e se não for adotado um sistema de manejo de solo e adubações adequadas. Um programa de calagem e adubação, visando à manutenção de altas produtividades, requer um monitoramento periódico do índice de fertilidade do solo, através da análise química, para se evitar o empobrecimento e/ou o desbalanço de nutrientes no solo (SILVA; BUZETTI; 2005).

2.3 Importância do nitrogênio para as plantas

O nitrogênio é um dos componentes dos aminoácidos ocupando o centro das moléculas de proteínas. Faz parte, também, da clorofila, junto com o magnésio (Mg) são os únicos componentes da clorofila, que provém quase exclusivamente do solo. O nitrogênio é responsável pelo crescimento vegetativo e, portanto um suprimento generoso de N ocasiona um crescimento vigoroso da planta. Este nutriente tem um papel importante na divisão celular, se a divisão celular diminuir de velocidade ou mesmo parar, o mesmo acontecerá com o número de folhas verdes expostas à luz solar, e, é óbvio, que a planta com uma menor área foliar irá produzir menos. A adubação com nitrogênio é importante, pois melhora a qualidade dos grãos, aumenta a produtividade e o teor de proteína (COSTA et al., 2005).

Quando o nitrogênio é aplicado em excesso e a planta não consegue aproveitá-lo totalmente, ela acumula este nutriente sob forma não protéica. O acúmulo pode levar a uma intoxicação de N nítrico (NO_3^-) principalmente em plantas jovens ou aquelas que estão sofrendo com uma seca ou em solos deficientes de fósforo e potássio. A deficiência de nitrogênio, como acontece com a de magnésio, provoca uma clorose ou amarelecimento das folhas. É o sinal do baixo conteúdo de clorofila (RAIJ et al., 1997; VANLOON & DUFFY, 2000; CAMARGO & SÁ, 2004).

Dada a sua importância e a alta mobilidade no solo, o nitrogênio tem sido intensamente estudado, no sentido de maximizar a eficiência do seu uso. Para tanto, tem-se procurado diminuir as perdas do nitrogênio no solo, bem como melhorar a absorção e a metabolização do N no interior da planta. A eficiência da utilização do nitrogênio adicionado ao solo se refere ao grau de recuperação desse elemento pelas plantas, considerando as perdas que geralmente ocorrem. Normalmente, menos de 50 % do nitrogênio aplicado sob a forma de fertilizante é utilizado pelas culturas. As perdas no solo são devido aos inúmeros processos aos quais o nitrogênio está sujeito. O nitrogênio é perdido principalmente pela lixiviação de nitrato, volatilização de amônia e emissão de N_2 , N_2O e outros óxidos de nitrogênio (ANGHINONI, 1986).

O N possui papel fundamental no metabolismo vegetal por participar diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas (ANDRADE et al., 2003). No entanto, encontra-se em quantidades insuficientes na maioria dos solos brasileiros, tornando-se crucial um fornecimento exógeno em concentração adequada para garantir o crescimento, desenvolvimento e a produtividade das plantas de milho

(BELARMINO et al., 2003). Com esse conhecimento, minimizam-se as perdas e aumenta-se a eficiência do uso do nitrogênio (BOTREL et al., 1999).

2.4 Adubação nitrogenada no milho

Em plantas de milho há uma intensa absorção de N nas fases iniciais de desenvolvimento, sendo a deficiência deste uma das maiores limitações à produtividade. O conhecimento dos processos envolvidos na incorporação e transformação do N no sistema solo-planta-atmosfera é imprescindível ao desenvolvimento de estratégias de manejo que aumentem o seu aproveitamento pelas culturas. No caso do milho, no cultivo que recebeu a aplicação, o aproveitamento raramente ultrapassa 50 % do aplicado como fertilizante mineral (LARA CABEZAS et al., 2004). Isto porque o N aplicado no solo está sujeito a perdas por lixiviação, escoamento superficial, desnitrificação, volatilização da amônia e pela imobilização na biomassa microbiana (ALVA et al., 2005).

Assim, o aumento da produtividade de grãos depende, entre outros fatores, da eficiência da absorção de N e sua translocação para os grãos em crescimento, onde ocorrerá a formação de compostos de reserva. Pesquisas sobre a avaliação dos mecanismos envolvidos na absorção de N mineral obtido de fertilizantes nitrogenados fornecidos via raiz, têm despertado interesse, tendo em vista a baixa eficiência na utilização do N mineral (WELLS; TURNER, 1984). A suplementação nitrogenada via foliar é uma prática conveniente e rápida para melhorar as respostas ao mineral e, conseqüentemente, o crescimento da planta e para corrigir deficiências nutricionais em estádios da cultura onde a aplicação no solo torna-se ineficiente, tendo em vista o tempo de absorção e resposta (HARPER, 1984).

A maioria dos produtores de grãos reconhece a necessidade de um programa correto de manejo de nutrientes aplicados ao solo para alcançar as metas de produtividade. Pouco se conhece sobre as situações nas quais os fertilizantes foliares podem complementar os fertilizantes aplicados via solo, visando ao aumento da eficiência de uso do nutriente, da produtividade e lucratividade (CARVALHO et al., 2001).

Nos adubos foliares encontrados comercialmente, o N quase sempre está presente nas misturas com micronutrientes. Estudos sobre doses de nitrogênio e densidades de plantio continuam sendo de interesse dos pesquisadores de milho por duas razões. Em primeiro lugar, determinadas doses de nitrogênio e densidades

de plantio podem contribuir para aumentos significativos no rendimento de grãos, como constatado por Cardwell (1992) e em segundo lugar porque o rendimento de milho, em resposta a esses fatores, depende de influências genotípicas e ambientais (SHANTI et al., 1997; CHANDRA; GAUTAN, 1997).

Silva et al (2003) avaliaram os efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. Foram estudados os efeitos da aplicação de doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 kg N ha⁻¹) e de densidades de plantio (30; 50 e 70 mil plantas ha⁻¹) sobre a altura de plantas e inserção de espigas, rendimentos de espigas verdes (grãos com 70 a 80% de umidade) e de grãos e sobre os componentes da produção de grãos da cultivar de milho Centralmex. Foi constatado que o aumento da dose de nitrogênio e a redução da densidade de plantio aumentaram as alturas da planta e de inserção da espiga o número e o peso de espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas, o rendimento de grãos e seus componentes, exceto o peso de 100 grãos, sobre o qual o nitrogênio não teve efeito.

Anjos et al. (2008) realizaram um estudo sobre a produtividade de milho cultivado sob diferentes doses de N em solo com alto teor de matéria orgânica no Agreste Sergipano. Foram aplicadas seis doses (0; 60; 90; 120; 150 e 180 kg ha⁻¹) de nitrogênio e, nas subparcelas, três formas de parcelamento, utilizando o híbrido DKB393. A produtividade foi elevada em todos os tratamentos, inclusive na parcela testemunha devido à alta fertilidade do solo com teor de matéria orgânica de 47 g kg⁻¹ e condições hídricas favoráveis. A produtividade no tratamento testemunha foi estatisticamente semelhante ao tratamento com aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N, e significativamente inferior aos demais tratamentos demonstrando grande efeito das doses de N acima de 60 kg ha⁻¹. Em média, cada 30 kg ha⁻¹ de N aplicado até a dose de 120 kg ha⁻¹ resultou em acréscimo aproximado de 1 t ha⁻¹ de grãos. As dosagens de N aplicadas no solo influenciaram nos teores foliares de N das plantas de milho. Os mesmos autores constataram que no tratamento testemunha o teor foliar de nitrogênio foi significativamente menor que nos tratamentos com 120 a 180 kg ha⁻¹ de N. Apesar das altas produtividades, os teores foliares de N do presente trabalho estiveram abaixo da faixa considerada adequada para milho de alta produtividade (27,5 a 32,5 g kg⁻¹), propostos por Coelho et al. (2002).

Wendling et al. (2004) avaliaram a resposta da cultura do milho em plantio direto a aplicação de nitrogênio na região sudoeste do Paraguai. O milho respondeu a aplicação de N em todos os experimentos, porém em amplitudes diferentes. Os

experimentos tiveram resposta ao N até a maior dose, mas atingiu o rendimento relativo de 90 % com dose de aproximadamente 140 kg ha^{-1} . Estando também de acordo com os valores encontrados por Amado et al. (2002) para solos com teor médio de matéria orgânica (3,0 e 2,7% respectivamente), onde se constatou alta produção de palha e rendimentos em torno de 6.000 kg ha^{-1} . A cultura do milho respondeu a aplicação de até 150 kg ha^{-1} de nitrogênio para boas produções e até 60 kg ha^{-1} para baixas produções. Quanto maior a dose de N adicionada menor é o incremento por unidade adicionada em rendimento de grãos de milho.

Boquet et al. (1988) afirmaram que o rendimento, massa de grãos individual, massa específica, número de grãos, massa/espiga e conteúdo de proteína no grão de milho aumentaram com o aumento da dose de N aplicada ($0-250 \text{ kg ha}^{-1}$) e que a dose ótima para todas as densidades testadas foi estimada em 100 kg ha^{-1} . Entretanto, Costa (2000) trabalhou com três doses de nitrogênio na semeadura (30, 60 e 90 kg ha^{-1} de N) e três doses de nitrogênio em cobertura (30, 60 e 90 kg ha^{-1} de N) e demonstrou que as diferenças entre tratamentos não foram significativas para: diâmetro da espiga, tamanho da espiga, número de fileiras por espiga, massa de 100 grãos, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga, teor de nitrato, nitrogênio total e matéria seca total e foram significativas para diâmetro do colmo e produtividade. Foi observado que a aplicação de 30 kg ha^{-1} na semeadura e 90 kg ha^{-1} em cobertura proporcionou maior produtividade, sendo essa a melhor estratégia de parcelamento da adubação nitrogenada.

Fernandes et al. (2005) avaliaram doses, eficiência e uso de N em seis cultivares de milho, aplicado nas doses de 0, 30, 90 e 180 kg ha^{-1} , sendo 30 kg ha^{-1} aplicados na semeadura, quando pertinente e, o restante em cobertura, no estágio de 6 a 8 folhas. Avaliaram-se o número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro do colmo, tamanho de espiga, número de espigas em 10 m, massa de 100 grãos, massa seca das plantas no florescimento e na maturação fisiológica, produtividade de grãos e eficiência de uso do nitrogênio, através da relação produtividade de grãos pela quantidade de N aplicada. Avaliaram-se também os componentes da eficiência de N. Houve diferença de produtividade entre as cultivares e a dose estimada de N que propiciou a máxima produtividade de grãos foi de 110 kg ha^{-1} . A eficiência do uso de nitrogênio de todos os híbridos diminuiu quando se aumentou a dose de N aplicada e, para todas as doses de N, o híbrido DKB 333B foi o que apresentou maior eficiência de uso e as variedades BR 106 e Sol da Manhã apresentaram menor eficiência.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi realizado no período de Julho a Outubro no ano agrícola de 2009, na comunidade rural no sítio Várzea do Agostinho localizada no município de Paulista - PB, às margens do Rio Piranhas, distando 6 km da sede do município. Situado na Mesorregião do Sertão Paraibano e Microrregião de Sousa-PB, o município de Paulista possui área de 564 km² e a sede municipal situa-se a uma altitude de 160 metros, possuindo como coordenadas geográficas de latitude 06° 35' 38"S e de longitude 37° 37' 27"W.

O clima é o Aw', segundo a classificação de Köppen, semiárido, com chuvas de verão e outono e a precipitação pluvial média anual de 800 mm, com variabilidade intra-anual, sendo os meses de fevereiro, março e abril os que mais chovem, concentrando 60 a 80% do total da precipitação anual. Possui temperaturas médias mensais variando de 23,4 a 27,9 °C; com máximas mensais de 35,7 °C em dezembro, e mínimas de 19,3 °C, em julho e agosto (MOURA, 2007).

A vegetação é do tipo caatinga hiperxerófila, em avançado estágio de degradação. Quanto aos solos predominam as classes dos NEOSSOLOS LITÓLICOS, LUVISSOLOS, ARGISSOLOS E PLANOSSOLOS. O relevo predominante é o do tipo suave ondulado a ondulado (BRASIL, 1972; EMBRAPA, 2006).

A área experimental foi anteriormente explorada com as culturas da banana nanica e feijão irrigado com água proveniente do rio Piranhas, tais espécies foram exploradas em cultivos sucessivos sem o uso de adubação. Antes da instalação do experimento a área se encontrava em pousio/repouso e eventualmente era utilizada como área de pastagem para bovinos.

3.2 Híbrido utilizado e aquisição de sementes

Utilizou-se o milho Híbrido duplo AG 1051 da empresa Agrocere. Tal híbrido possui ciclo precoce em torno 115 dias, com florescimento em torno dos 59 dias, dependendo das condições ambientais, apresenta caule verde com cera, altura média de 2,53 m e teor de proteína de 88 %. A produtividade média é de 9.000 kg ha⁻¹. As sementes da cultura foram obtidas junto ao comércio local do município de Paulista.

3.3 Preparo do solo

O preparo da área experimental constou de uma aração 30 dias antes do plantio seguida de uma gradagem (Figura 1), um dia antes do plantio do milho, de modo a propiciar um bom controle das plantas daninhas, bem como, oferecer condições para uma boa germinação das sementes. Em seguida foi feita a marcação e distribuição das parcelas no campo, mediante sorteio prévio.



Figura 1. Preparo do solo da área experimental. Paulista – PB, 2009.

3.4 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento obedeceu ao delineamento de blocos ao acaso com 6 tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais com ruas entre blocos de 1,5 m e parcelas de 3,2 X 5,0 m, somando 16 m² por parcela. A área total mediu 28,2 m X 26,0 m (733,2 m²). A área útil da parcela foi de (1,6 m²), a qual continha dez plantas.

Os tratamentos foram constituídos de seis doses de nitrogênio, relativas a percentuais da recomendação de adubação, conforme Tabela 3.

Tabela 1. Identificação e descrição dos tratamentos utilizados no experimento. Paulista-PB, 2009.

Tratamentos	Descrição	Doses de Nitrogênio (kg ha ¹)
N0	Testemunha sem adubação	0
N1	50 % da recomendação de nitrogênio	50
N2	100 % da recomendação de nitrogênio	100
N3	150 % da recomendação de nitrogênio	150
N4	200 % da recomendação de nitrogênio	200
N5	250 % da recomendação de nitrogênio	250

3.5 Semeadura, adubação e tratos culturais

Antes do plantio foi coletada uma amostra composta de solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm, com vistas a sua caracterização química e física, bem como para a realização da recomendação de adubação. As características físicas e químicas do solo antes da instalação do experimento estão inseridas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 2 Atributos químicos do solo em que foi instalado o experimento, Paulista-PB, 2009.

Características químicas	Profundidade (0-20 cm)	Caracterização
pH em água (1:2, 5)	7,5	Alcalinidade fraca
P (mg dm ⁻³)	290	Muito alto
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,23	Médio
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,17	-
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,0	-
H ⁺ + Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,5	-
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	5,0	Alto
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	2,5	Alto
CTC (cmol _c dm ⁻³)	8,4	-
M.O. (g kg ⁻¹)	6,95	Baixo

Análise realizada no Laboratório de Solos do IFET/PB, P, K⁺ e Na⁺: Extr. Mehlich 1; H⁺+Al⁺³: Extr. Acet. de Ca⁺² 0,5M pH 7; Al⁺³, Ca⁺², Mg⁺²: Extr. KCl 1M.

Tabela 3 Atributos físicos do solo em que foi instalado o experimento. Paulista-PB, 2009.

Características físicas	Profundidade de coleta (cm)
	0-20
Areia (g kg^{-1})	737
Silte (g kg^{-1})	112
Argila (g kg^{-1})	151
Classificação textural	Franco arenoso

Análise realizada no Laboratório de Física do Solo do IFET/PB, Sousa-PB.

A semeadura do milho foi realizada no dia 19 de julho de 2009, em covas abertas manualmente nas parcelas. Onde se semeou na profundidade de 5 cm aproximadamente, 3 sementes por cova, no espaçamento de 0,80 m x 0,20 m. O desbaste foi realizado 20 dias após a emergência das plântulas, cortando-as rente ao solo permanecendo uma planta por cova.

Com base nos resultados da análise de solo a recomendação de adubação feita pelos técnicos do Laboratório de Solos do Instituto Federal de Ensino Tecnológico da Paraíba (IFET/PB) foi de 100 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de sulfato de amônio parcelado em duas etapas: A primeira no plantio com 50% e o restante em cobertura aos 30 dias após a emergência das plântulas.

As irrigações foram realizadas por aspersão convencional via canhão hidráulico com água advinda de um açude localizado próximo à área experimental. As capinas foram realizadas semanalmente e não houve a necessidade de nenhuma aplicação de defensivos agrícola.

3.6 Características avaliadas

Para a amostragem dos dados consideraram-se as cinco plantas das duas linhas centrais de cada parcela, o que totalizou 10 plantas por parcela. Aos 109 dias após o plantio (08/11/200) realizou-se a colheita do experimento e foi dado início a fase de laboratório com a determinação das características listadas a seguir:

3.6.1 Produtividade e produção de grãos por planta

A produtividade foi determinada a partir da pesagem das espigas colhidas na área útil de cada parcela, sendo o valor obtido utilizado para estimar a produtividade de cada tratamento em kg ha^{-1} . Pelo cociente entre a produção total de grãos na

área útil da parcela e o número total de plantas obteve-se a produção de grãos por planta.

3.6.2 Diâmetro e comprimento da espiga

O diâmetro médio da espiga foi obtido com o auxílio de um paquímetro, tomando-se como área de amostragem o terço médio da espiga. Para obtenção do comprimento médio utilizou-se uma régua graduada em centímetros (Figura 1). Para estas características foram tomadas como amostra dez espigas por parcela.

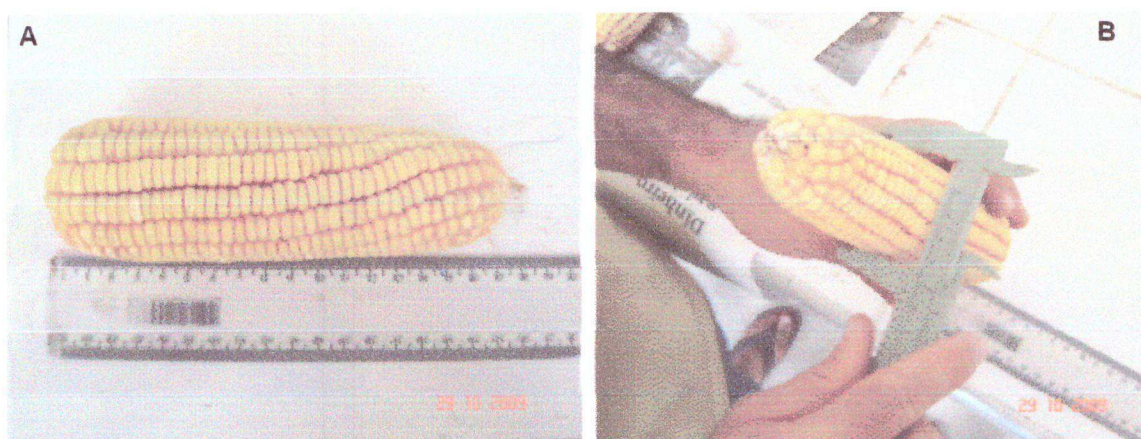


Figura 2. Medição do comprimento (A) e diâmetro (B) da espiga. Paulista – PB, 2009.

3.6.3 Massa da espiga, do sabugo e de cem sementes

A massa seca e unitária da espiga foi determinada mediante a divisão entre a massa seca total das espigas pelo número total de espigas produzidas. Já a massa seca do sabugo foi obtida pela divisão entre o peso total dos sabugos e o seu número.

Para a determinação da massa de cem sementes foram separadas três amostras de 100 sementes secas ao ar, por cada parcela, as quais foram pesadas separadamente, sendo em seguida obtidas as médias.

3.6.4 Número de grãos por espiga

Após a debulha manual das dez espigas que representavam cada repetição fez-se em seguida uma contagem manual dos grãos ou sementes, obtendo-se o

valor total do número de sementes, o qual foi posteriormente dividido pelo número de espigas.

3.7 Análise dos dados

Antes de submeter os dados obtidos em cada repetição à análise da variância os mesmos foram submetidos a uma análise exploratória para verificar se os mesmos apresentavam distribuição normal. Em seguida, a análise dos dados referentes aos componentes de crescimento e produção foi feita submetendo-os a análise da variância da regressão pelo teste F a 1 % e 5 % de probabilidade, a fim de encontrar o melhor modelo de regressão que se ajustasse aos dados. Também foi realizada a análise de correlação entre as variáveis dependentes avaliadas no trabalho. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa computacional para análises estatísticas Saeg v. 9.1 (UFV, 2008) e Sisvar (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade, massa da espiga e produção de grãos por planta

Pelos quadrados médios das análises de variância da regressão verificou-se que houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F, das doses de N sob a produtividade, massa da espiga e produção de grãos por planta, o que denota que as doses de nitrogênio utilizadas influenciaram tais componentes de produção. Também houve efeito significativo de bloco revelando que a distribuição dos tratamentos no delineamento de blocos ao acaso, foi a mais adequada, tendo em vista o isolamento do efeito de local, evidenciado pelo teste F (Tabela 4).

Tabela 4 Resumos das análises das variâncias para os dados de produtividade, massa da espiga e produção de grãos por planta. Paulista-PB, 2009.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Produtividade	Massa da espiga	Produção de grãos por planta
Doses	5	3,04**	1191,98**	1038,33**
Bloco	3	2,27**	444,61*	241,51*
Resíduo	15	0,27	221,67	200,86
Total	23	-	-	-
CV (%)	-	7,6	9,2	10,3

(**), (*), significativos a 1%, 5% respectivamente, pelo teste F.

Tendo-se constatado efeito significativo das doses de nitrogênio sobre a produtividade de grãos de milho em tonelada por hectare, as médias dos tratamentos foram desdobradas em polinômios ortogonais (análise de regressão), o modelo significativo de maior grau que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático com coeficiente de determinação de 61,43 %. Tal comportamento indica que para a cultura do milho híbrido AG 1051, nas condições estudadas a produtividade aumentou até a dose de 203,75 kg ha⁻¹ de N (dose agrônômica), onde a cultura atingiu potencial produtivo de 7,32 t ha⁻¹, decrescendo em seguida (Figura 3). Diante disso, pode-se afirmar que doses superiores, não promovam maiores aumentos de produtividade. Tais resultados estão coerentes com as informações relatadas por Silva et al. (2000), que verificaram comportamento semelhante. Fernandes et al. (2005) também concluíram que doses de nitrogênio acima de 150 kg ha⁻¹ não promoveram ganhos de produtividade.

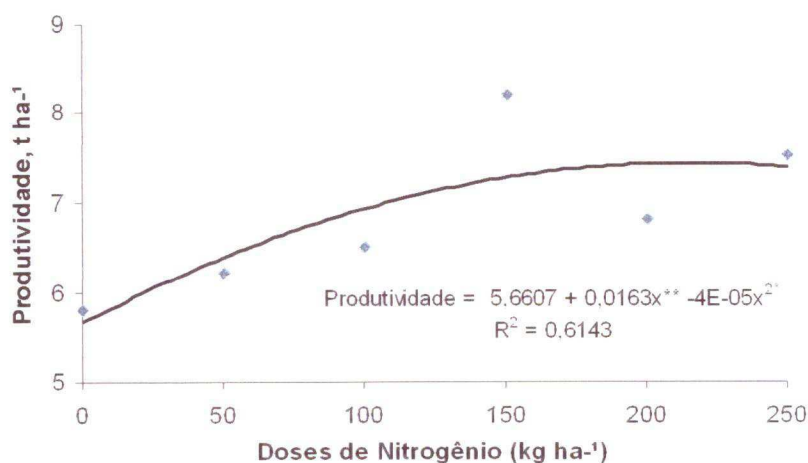


Figura 3. Produtividade da cultura milho submetido a diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.

Para a característica massa da espiga (Figura 4) verificou-se um melhor ajustamento dos dados ao modelo quadrático ($p \leq 0,05$), com um coeficiente de determinação igual a 59,97 %, indicando que a variação da massa da espiga de milho, que é a variável dependente da equação de regressão, é explicada em 59,97 % pelo modelo de regressão quadrática. O valor máximo de massa da espiga, em função das doses de N, foi obtido com a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N, correspondendo a 184g por espiga.

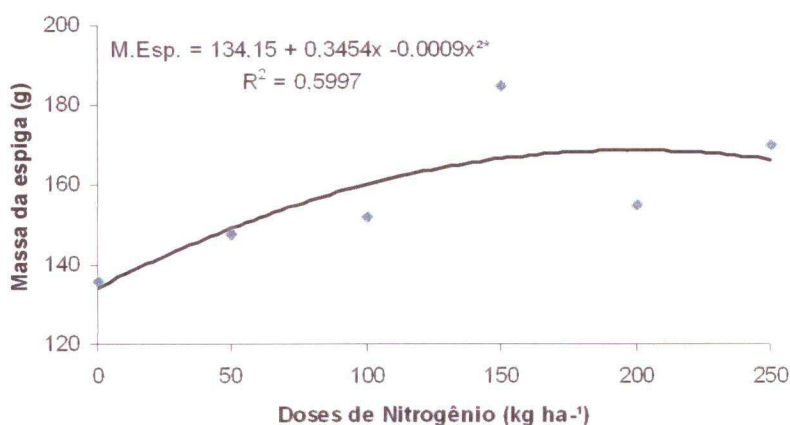


Figura 4. Massa da espiga (grãos+sabugo) do milho cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista-PB, 2009.

Quanto à produção de grãos por planta (Figura 5) os dados se ajustaram a uma função quadrática com efeito significativo ($p \leq 0,05$) e coeficiente de determinação de 63,54 %. Houve uma variação da produção por planta de 115 a 147 gramas, indicando que esse componente de produção responde a adubação nitrogenada. Derivando-se a equação de regressão presente na Figura 5, verificou-

se que os maiores valores foram obtidos com uma aplicação da dose agrônômica de 196,61 kg ha⁻¹ de N que correspondeu a uma produção de 149,12 gramas de grãos por planta. Esses resultados assemelham-se aos reportados por Ferreira (1997), Duete (2000) e Soares (2003) que observaram também um aumento significativo na produção por planta, ao efetuarem a aplicação de doses crescentes de N, porém o modelo de regressão encontrado pelos referidos autores foi o linear. Entretanto, os resultados estão de acordo com Ferreira et al. (2001) que encontraram modelo de regressão quadrático, com o incremento das doses de N.

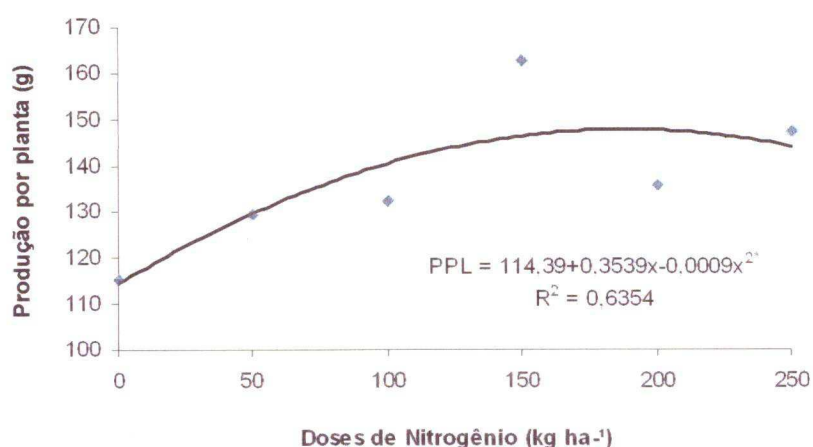


Figura 5. Produção de grãos por planta do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.

4.2 Comprimento e diâmetro da espiga, massa do sabugo e composição da espiga

Foi verificado efeito significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F, para os dados de comprimento da espiga, já para os dados de diâmetro e massa do sabugo não se constatou efeito das doses de nitrogênio. Inferindo-se, portanto que as doses de N, aplicadas não influenciaram tais componentes de produção, conforme teste F (Tabela 05).

Tabela 5 Resumos das análises das variâncias para os dados de comprimento e diâmetro da espiga e massa do sabugo. Paulista - PB, 2009.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Comprimento	Diâmetro	Massa do Sabugo
Doses	5	2,50*	0,14ns	11,07ns
Bloco	3	1,67*	0,08ns	31,70**
Resíduo	15	0,58	0,09	5,77
Total	23	-	-	-
CV (%)	-	5,5	6,7	11,82

(**); (*); (ns) significativos a 1%, 5% e não significativo respectivamente, pelo teste F.

Após o desdobramento dos dados do comprimento médio da espiga em polinômios ortogonais, verificou-se que os mesmos ajustaram-se de modo significativo ($p \leq 0,05$) a uma função quadrática com coeficiente de determinação de 50 %, ou seja, metade da variação ocorrida em tal característica pode ser explicada pela equação de regressão obtida. O Comprimento máximo da espiga, em função das doses de N, foi obtido com a aplicação de 150 kg ha^{-1} de N, correspondendo aproximadamente a 15 cm (Figura 6). Tais resultados diferem dos obtido por Fernandes et al. (2005) quando constataram que o incremento nas doses de N não promoveu aumentos significativos no comprimento da espiga e afirmaram que a ausência de resposta às doses de N era esperada, pois essa característica é de alta herdabilidade e menos dependentes do ambiente e da adubação.

Os valores médios do diâmetro da espiga variaram de 4,4 cm a 4,9 cm, não havendo efeito significativo das doses para este componente de produção (Figura 7A). A massa do sabugo também não foi influenciada pelas doses de nitrogênio aplicadas (Figura 7B). É provável que tais características não respondam aos níveis de adubação em virtude de as mesmas serem altamente ligadas a fatores genéticos, mais do que ao manejo aplicado, conforme reportado por Fernandes et al. (2005).

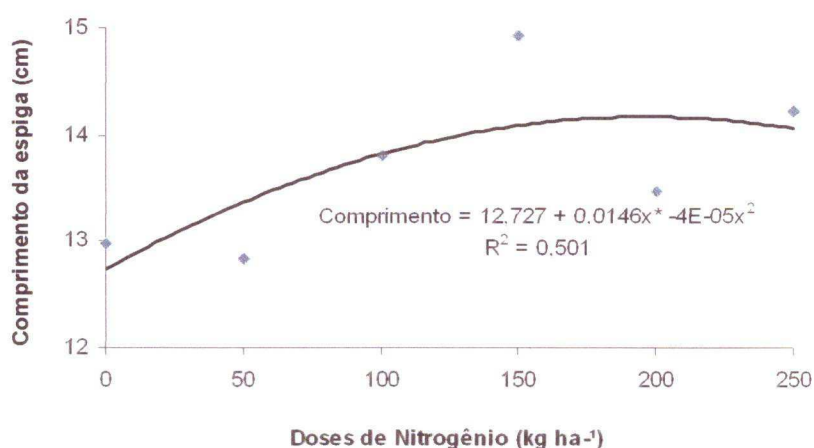


Figura 6. Comprimento médio da espiga do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.

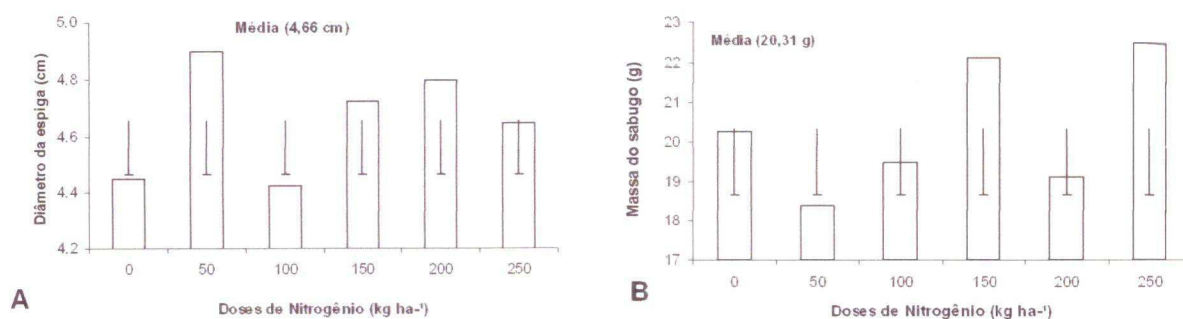


Figura 7. Diâmetro médio da espiga (A) e massa do sabugo (B) do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.

A composição média em termos relativos da espiga do milho *Híbrido AG 1051*, é apresentada na Figura 8. Pelos resultados ver-se que independentemente da dose de nitrogênio aplicada o valor percentual da massa do sabugo foi sempre inferior a 20 % e os grãos por sua vez, respondem por mais de 80 % do peso da espiga.

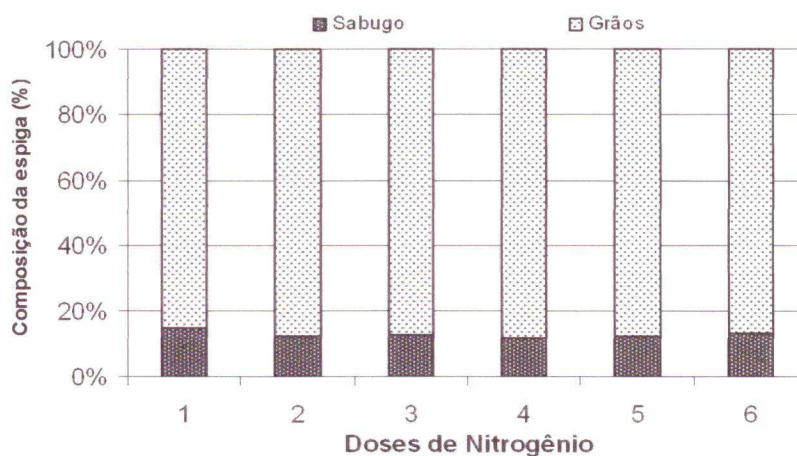


Figura 8. Composição da espiga do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.

4.3 Número de grãos por espiga, massa de cem sementes

Pelos quadrados médios das análises das variâncias, verificou-se que houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F, para os dados de número de grãos por espiga e massa de cem sementes, revelando que as doses de N utilizadas influenciaram tais componentes de produção (Tabela 6).

Tabela 6 Resumos das análises das variâncias para os dados de número de grãos por espiga e massa de cem sementes. Paulista-PB, 2009.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		Nº. de grãos por espiga	Massa de cem sementes
Doses	5	9745,46*	4,85*
Bloco	3	2978,27ns	2,42ns
Resíduo	15	2778,77	1,41
Total	23	-	-
CV (%)	-	10,8	4,83

(**); (*); (ns) significativos a 1%, 5% e não significativo respectivamente, pelo teste F.

Para o número de grãos por espiga o modelo de regressão significativo de maior grau e que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático ($p \leq 0,05$) com um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,8068, indicando que o comportamento de tal componente de produção, pode ser explicado em até 80,68 % pela equação de regressão obtida. O maior valor médio do número de grãos por espiga (553 grãos) foi obtido com a aplicação de 150 kg ha^{-1} nitrogênio (Figura 9). Tais resultados corroboram com informações contidas na literatura especializada, onde vários autores já relataram que o componente de produção, número de grãos por espiga, é altamente responsivo à adubação nitrogenada (SANGOI; ALMEIDA, 1994; ESCOSTEGUY et al., 1997; AMARAL FILHO et al., 2005; SILVA et al. 2005). Em contraposição Fernandes et al. (2005) não encontraram efeito significativo propiciado pelas doses de N sobre o número de grãos por espiga.

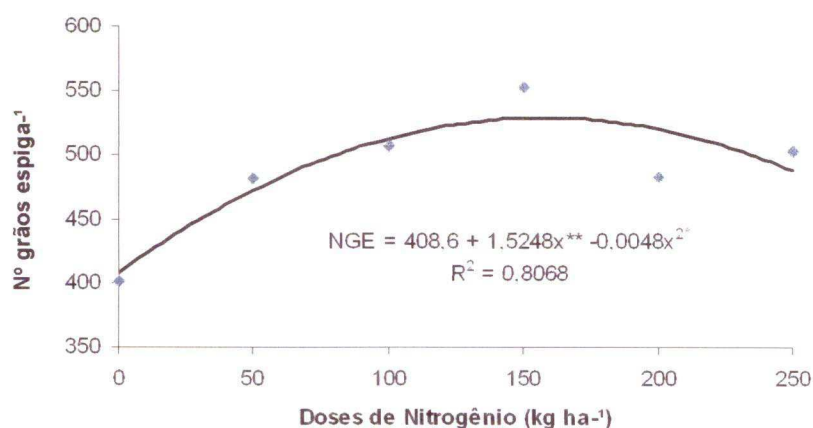


Figura 9. Número de grãos por espiga do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.

A massa de 100 sementes ajustou-se a um modelo quadrático em função das doses de N aplicadas ($p \leq 0,05$) com coeficiente de determinação de 58,68 %, o que revela que a massa das sementes responde até determinado nível de nitrogênio e decresce em seguida. O maior valor de massa de 100 sementes em função das doses de N foi obtido com a aplicação de 100 kg ha^{-1} de N, correspondendo a uma massa de 26,5 g (Figura 10). Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2005) que obtiveram aumento no peso dos grãos com a elevação das doses de nitrogênio aplicado em cobertura que variavam de 0 a 160 Kg há^{-1} . Entretanto, Escosteguy et al. (1997) estudando doses de N, que variavam de 0 a 160 kg ha^{-1} não verificaram alterações na massa de cem sementes.

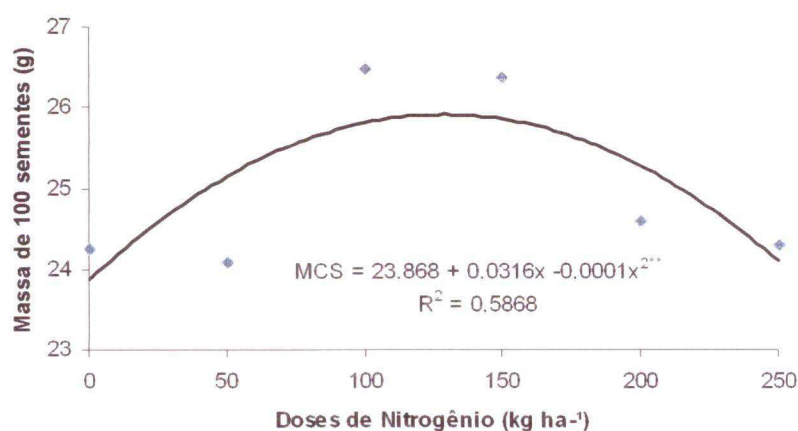


Figura 10. Massa de cem sementes do milho (Híbrido AG 1051) cultivado sob diferentes doses de nitrogênio. Paulista – PB, 2009.

4.4 Estudo de correlações

Na Tabela 7, são apresentados os coeficientes de correlação entre as características em estudo, para o *Híbrido AG 1051*. Pelos resultados, verificou-se correlação positiva e significativa entre a produtividade (PROD) e a produção de grãos por planta (PGP) com $r = 0,91^{**}$, a produtividade também possui alto grau de correlação com o componente peso da espiga (PES) $r = 0,94^{**}$. Também foi verificada correlação positiva e significativa $r = 0,99^{**}$ entre as características produção de grãos por planta (PGP) e o peso da espiga (PES). Indicando que tais componentes de produção variaram em um mesmo sentido, e que existe uma tendência de aumento da produtividade com o aumento do peso da espiga e da produção de grãos por planta.

O peso da espiga (PES) também se correlacionou positiva e

significativamente com o número de grãos por espiga GPES com $r = 0,77$ em nível de 1 % de probabilidade pelo Teste t. Também houve correlação positiva e significativa entre as características produtividade e massa de cem sementes ($r = 0,54^{**}$); peso do sabugo ($r = 0,66^{**}$) e comprimento da espiga ($r = 8,66^{**}$).

A característica comprimento da espiga foi correlacionada positivamente com o peso do sabugo ($r = 0,65^{**}$), número de grãos por espiga ($r = 0,69^{**}$) e peso da espiga ($r = 0,78^{**}$), evidenciando-se que tais componentes de produção possuem maiores valores na medida em que o comprimento aumenta. Outras características também se correlacionaram entre si, porém com menores valores de coeficiente de correlação (Tabela 7).

Tabela 7. Estimativa dos coeficientes de correlação entre algumas características agrônômicas do híbrido de milho AG 1051. Paulista – PB, 2009.

Característica	PROD	COMP	PES	DIAM	GPES	PSAB	MCS	PGP
PGP	0,91 ^{**}	0,74 ^{**}	0,99 ^{**}	0,23ns	0,75 ^{**}	0,44 ^{**}	0,53 [*]	1,00
MCS	0,54 ^{**}	0,43 ^{**}	0,53 ^{**}	-0,01ns	0,33 [*]	0,26ns	1,00	-
PSAB	0,66 ^{**}	0,65 ^{**}	0,56 ^{**}	0,34 [*]	0,53 ^{**}	1,00	-	-
GPES	0,75 ^{**}	0,69 ^{**}	0,77 ^{**}	0,45 [*]	1,00	-	-	-
DIAM	0,30ns	0,05ns	0,26ns	1,00	-	-	-	-
PES	0,94 ^{**}	0,78 ^{**}	1,00	-	-	-	-	-
COMP	0,86 ^{**}	1,00	-	-	-	-	-	-
PROD	1,00	-	-	-	-	-	-	-

^{**}; ^{*}; ns, significativo a 1 % e 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente pelo Teste t. PGP, produção de grãos por planta; MCS, massa de cem sementes; PSAB, peso do sabugo; GPES, número grãos por espiga; DIAM, diâmetro da espiga; PES, peso da espiga; COMP, comprimento da espiga; PROD, produtividade por hectare.

5. CONCLUSÕES

1. As doses de N influenciaram todos os componentes de produção com exceção do diâmetro da espiga e massa do sabugo;
2. A máxima produtividade foi alcançada com a estimativa de 203,75 kg ha⁻¹ de N, com a produtividade de 7,32 t ha⁻¹ de grãos;
3. A produtividade do milho *Híbrido AG 1051*, correlacionou-se positivamente com todos os componentes de produção, exceto para o diâmetro da espiga, e com maior destaque para o peso da espiga, produção de grãos por planta e comprimento da espiga;

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2007 - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2007. 516p.

ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, Binghamton, v. 15, n. 2, p. 369-420, 2005.

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n.3, p. 467-473, 2005.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v.26, n.1, p. 241-248, 2002.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*pennisetum purpureum* schum. cv. napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1643-1651, dez. 2003. Edição especial.

ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SANTANA, M.B.M. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus : CEPLAC/SBCS, 1986. Cap.I. p.1-18.

ANJOS, J. L.; CARVALHO, H. W. L.; SOBRAL, L. F.; BARRETO, A. C.; OLIVEIRA, I. R.; GOMES J. B. V.; OLIVEIRA, V. D. **Produtividade de Milho sob Doses e Parcelamentos de N em Solo com Alto Teor de Matéria Orgânica no Agreste Sergipano**. Comunicado Técnico 70. ISSN 1677-5635. Aracaju, SE. Dezembro, 2008.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO MILHO 2008. Santa Cruz do Sul. 127p. 2008.
BELARMINO, M. C. J.; PINTO, J. C.; ROCHA, G. P.; FERREIRA NETO, A. E.; MORAIS, A. R. de. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim-tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 879-885, jul/ago. 2003.

BOQUET, D. J.; COCO, A. B.; JOHNSON, C. C. Response of corn to plant density and nitrogen rate. **Annual Progress Report Northeast Research Station and Macon Ridge Research Station**, Winnsboro, p.63-65, 1988.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; MARTINS, C. E. Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 2. Efeito sobre os teores de proteína bruta e minerais. **Pasturas Tropicais**, Cali, v. 12, n. 2, p. 7-10, ago. 1999.

CAMARGO, F. A. O.; SÁ, E. L. S. Nitrogênio e adubos nitrogenados. In: BISSANI, C. A. GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; MARINO, J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 93-116.

CARDWELL, V.B. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. *Agronomy Journal*, v. 74, n. 6, p. 984-995, 1992.

CARVALHO, M. A. C. de; PAULINO, H. B.; FURLANI-JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E. de; ATHAYDE, M. L. F. de. **Uso da adubação foliar nitrogenada e potássica no algodoeiro**. Campinas: Bragantia, 2001.

CHANDRA, D.; GAUTAN, R.C. Performance of maize varieties at varying plant densities. *Annals of Agricultural Research*, v. 18, n. 3, p. 375-376, 1997.
CIB – Conselho de Informações Sobre Biotecnologia. Disponível em: <<http://www.cib.org.br>>. Acesso em: 07 out 2009.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n.71, set. 1995. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, n.2, p.1-9, set. 1995. Encarte.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 02 out 2009.

COSTA, A. M. **Adubação nitrogenada na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2000. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

COSTA, F. M. P da; DOURADO NETO, D. FANCELLI, A.; BONNECARRERE, R. A. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Nitrogênio e produtividade de grãos de milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Eds). **Milho: tecnologia e produção**. Piracicaba: ESALQ/USP/LVP, 2005. p. 118-128.

DUETE, R. R. C. **Estudo de doses, parcelamento e formas de nitrogênio na adubação de milho usando ¹⁵N**. 2000. 152 f. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - MILHO E SORGO. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/>. php>. Acesso em: 15 out. 2009.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 71-77, 1997.

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. da C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio em seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.195-204, 2005.

FERREIRA, A. C. B. **Efeito da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos e concentração de nutrientes no milho**. 1997. 73 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FERREIRA, A. C. B.; ARAUJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, mobilidênio e zinco. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, p. 131-138, 2001.

FERREIRA, D. F. **Análise estatística por meio do Sisvar para windows versão 4.0**. IN...45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFS, São Carlos, SP. Julho de 2000. p. 255-258.

HARPER, J. E. Uptake of organic nitrogen forms by roots and leaves. In: HAUCK, R. D. (Ed.). **Nitrogen in crop production**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1984. p. 165-170.

LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; SANTANA, D. G. de. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1005-1013, 2004.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do Milho**. 1 ed. Sete Lagoas: Circular Técnica, Embrapa Milho e Sorgo. 2002, 23p.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L. de. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.

SHANTI, K.; RAO, V.P.; REDDY, M.R.; REDDY, M.S.; SARMA, P.S. Response of maize (*Zea mays* L.) hybrid and composite to different levels of nitrogen. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 67, n. 9, p. 424-425, 1997.

SILVA, E. C. da; BUZETTI, S.; LAZARINI, EDSON. Aspectos econômicos da adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.3, p.286-297, 2005.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 452-455, julho-setembro 2003.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura do milho**. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, P.M. de; BRAGA, M.J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds) **Tecnologia de produção do milho**. 20. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v.1, p.13-53, 2004.

TSUNECHIRO, A.; OLIVEIRA, M.D.M.; FURLANETO, F.P.B.; DUARTE, A.P. Análise técnica e econômica de sistemas de produção de milho safrinha, região do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.36, n.9, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema para análises estatísticas, SAEG V- 9.1**. Fundação Arthur Bernardes, Viçosa, MG: UFV, 2008.

VALOON, G. W.; DUFFY, S. J. **Environmental chemistry- a global perspective**. New York: Oxford University Press, 2000. p. 337-347.

WELLS, B. R.; TURNER, F. T. Nitrogen use in flooded rice soils. In: HAUCK, R. D. (Ed.). **Nitrogen in crop production**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1984. p. 349-362.

WENDLING, A.; CUBILLA, M.; ELTZ, F. L. F.; GRAMINHO, D. H.; SARI, É. L.; MIELNICZUK, J. **Resposta da cultura do milho em plantio direto a aplicação de nitrogênio na região sudoeste do Paraguai**. 2004. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/pgcs/congressos/XVRBMCSA_SM/Eltz/Ademir%20Wendling.pdf> . Acesso em 10 out. 2009.