

# Crescimento e produtividade de milho sob influência de parcelamento e doses de nitrogênio

## Corn growth and yield under the influence of nitrogen split and doses

Josely Dantas FERNANDES [1](#); Lúcia Helena Garófalo CHAVES [2](#); Antonio Fernandes MONTEIRO FILHO [3](#); Andreia VASCONCELLOS [4](#); José Rodrigues Pacífico da SILVA [5](#)

Recibido:04/09/16 • Aprobado: 29/09/2016

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
  - [2. Materiais e Métodos](#)
  - [3. Resultados e Discussão](#)
  - [4. Conclusões](#)
- [Referências](#)

#### RESUMO:

O milho é uma cultura exigente em nitrogênio. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos das doses e do parcelamento deste elemento nos componentes de crescimento e produção do milho híbrido AG 1051. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com esquema fatorial do tipo  $5 \times 3 + 1$ , com três repetições, sendo cinco doses de nitrogênio, três formas de parcelamento, mais um tratamento adicional equivalente a testemunha absoluta. O crescimento e a produção do milho foram influenciados pelas doses e parcelamento do nitrogênio, a produtividade máxima foi de  $4438,37 \text{ kg ha}^{-1}$  com a aplicação de  $187,46 \text{ KgN ha}^{-1}$ .

**Palavras chave:** *Zea mays* L.; Fertilização nitrogenada; Fitomassa.

#### ABSTRACT:

Corn is a demanding crop in nitrogen. Thus, this study aimed to evaluate the effects of doses and the installment of this element in the composition of growth and production of hybrid corn AG 1051. The experiment was conducted in randomized blocks with factorial scheme  $5 \times 3 + 1$  with three replications, and five doses of nitrogen, three forms of installment, plus an additional treatment equivalent to absolute control. The growth and yield of corn were influenced by doses and nitrogen installment, the maximum yield was  $4438.37 \text{ kg ha}^{-1}$  with the application of  $187.46 \text{ kgN ha}^{-1}$ .

**Key words:** *Zea mays* L.; Nitrogen fertilizer; Biomass.

## 1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) apresenta grande importância econômica devido às suas diversas formas de utilização, que vai desde a alimentação animal (aves, suínos, bovinos e pequenos

animais) devido a sua elevada concentração de amido até a indústria de alta tecnologia produzindo óleos e etanol. Em regiões semiáridas, como o Nordeste do Brasil, o milho é a principal fonte de energia diária de alimentação (Paes, 2006).

Para expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em especial o nitrogênio, elemento este que participa da composição dos aminoácidos conexos, proteínas, clorofila e muitas enzimas essenciais que afetam diretamente a área foliar, a taxa de fotossíntese, o crescimento do sistema radicular, o tamanho de espigas, o número e a massa de grãos e a sanidade de grão; por isso é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do milho e também o mais limitado para a mesma (Primo *et al.*, 2011).

Na adubação nitrogenada, a dose e o parcelamento são fatores relevantes que potencializam o crescimento e a produção do milho (Duete *et al.*, 2008; Cruz *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2010). Silva *et al.* (2005), concluíram que a máxima eficiência técnica para a produtividade de milho foi alcançada com a dose de 166 kg ha<sup>-1</sup> de N. Segundo Okumura *et al.* (2011), a dose de máxima eficiência pode variar entre 100 e 160 kg ha<sup>-1</sup>. Após estudos realizados por Khatun *et al.* (2012), com diferentes doses de N na cultura do milho, os mesmos obtiveram com a aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N os maiores comprimentos de espiga (22,97 cm), massa de 1000 grãos (314,56 g), produtividade de grãos (5,83 t ha<sup>-1</sup>) e de espiga (7,79 t ha<sup>-1</sup>).

Quanto ao parcelamento da adubação nitrogenada no milho, Bastos *et al.* (2008), recomendam que deve ser feito no máximo em duas vezes, ½ na fundação + ½ por ocasião da sexta folha. De acordo com Fancelli (2008), a recomendação atual da adubação nitrogenada, para a cultura do milho, é de no máximo 30 a 50 kgN ha<sup>-1</sup> por ocasião da semeadura, complementando-se a dosagem por recobrimento. Com frequência não é recomendado o parcelamento da adubação nitrogenada, notadamente se a quantidade aplicada for menor do que 150 kg ha<sup>-1</sup>, o solo possuir teor de argila superior a 35% e não houver riscos de chuvas em excesso. Ainda segundo Fancelli (2008), para condição de solo argiloso e período chuvoso, uma segunda aplicação deve ser feita (3ª. - 4ª. folha); para solo arenoso e/ou condição favorável à lixiviação do nutriente, dois parcelamentos (3ª.- 4ª. folha e 6ª. - 8ª. folha); e, para solo intensivamente cultivado com sistema de produção sob irrigação, três parcelamentos (3ª. - 4ª. folha; 6ª. - 8ª. folha e 10ª. - 12ª. folha). A relação do nitrogênio com o pleno desenvolvimento da cultura do milho mostra que seu manejo e recomendações de aplicação apresentam um comportamento complexo, o que pode ser explicado pelo fato do mesmo estar relacionado com diferentes reações de ordem química e biológica, as quais são regidas pelas condições edafoclimáticas.

Apesar de vários híbridos de milho serem comercializados no mercado brasileiro, na região semiárida paraibana o comumente utilizado pelos agricultores é o AG 1051, cujas principais características segundo Pedroso *et al.* (2006) são: duplo forrageiro, de porte normal e com alta produção de matéria seca. Apesar de sua importância, incipientes são os estudos relacionados ao seu cultivo em função do nível e do parcelamento da adubação nitrogenada. A realização de estudos que avaliem a melhor dose e o melhor parcelamento de nitrogênio se faz assim necessário para um melhor aproveitamento desse nutriente. Para isto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de doses e parcelamento de nitrogênio no crescimento e produção do milho híbrido AG 1051.

---

## 2. Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em campo, na Escola Agrícola Assis Chateaubriand CCAA/UEPB, localizada no município de Lagoa Seca, PB, apresentando as coordenadas geográficas 7°09' de latitude Sul e 35°52' de longitude Oeste, com altitude de 634 m. O solo da área experimental é um Neossolo Regolítico, do qual foi coletada uma amostra composta na profundidade de 0,0 a 0,20 m, para a determinação das características químicas conforme metodologia recomendada pela Embrapa (1997). O solo apresentou as seguintes características: pH em água 6,3; bases trocáveis 3,15; 1,90; 0,14 e 0,37 cmolc dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, respectivamente;

acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) de 1,01  $cmolc\ dm^{-3}$ ; 5,67  $mg\ dm^{-3}$  de P disponível (Mehlich 1); 3,2  $g\ dm^{-3}$  de carbono orgânico; 0,32  $g\ dm^{-3}$  de nitrogênio e 5,5  $g\ dm^{-3}$  de matéria orgânica.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial com tratamentos adicionais do tipo  $5 \times 3 + 1$ , com três repetições, sendo cinco doses de nitrogênio (47,8; 95,6; 143,4; 191,2 e 239,1  $kgN\ ha^{-1}$ ), três formas de parcelamento (1- dose total na fundação; 2- 1/2 da dose na fundação + 1/2 da dose aos 15 dias após a emergência das plântulas (DAE) e 3- 1/3 da dose na fundação + 1/3 da dose aos 15 DAE + 1/3 da dose aos 30 DAE), mais um tratamento adicional equivalente ao cultivo do milho nas condições naturais de fertilidade do solo, sem adubação nitrogenada. A fonte de N utilizada neste trabalho foi a uréia.

As parcelas foram constituídas de cinco linhas de milho com 4 m de comprimento, com espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,4 m entre plantas, semeando duas sementes por cova. O plantio foi realizado usando-se sementes de milho, híbrido AG 1051. Independente dos tratamentos também se realizou uma adubação em fundação com fósforo e potássio equivalente a 153 e 54,1  $kg\ ha^{-1}$  de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A irrigação foi realizada aplicando-se uma lâmina de 9,28 mm, três vezes semanais, mantendo a umidade do solo em 70% da capacidade de campo. A lâmina de irrigação total aplicada durante a condução do experimento foi de 362 mm, utilizando aspersores AGROPOLO® 2848-ER no espaçamento 12 x 18m.

Aos sessenta e sete dias após a emergência das plântulas mediu-se, com o auxílio de uma régua, a altura da planta e da inserção da espiga, tomando-se como base a distância da superfície do solo até a inserção da última folha e da espiga, respectivamente; o diâmetro caulinar com o auxílio de um paquímetro, o número de folhas e a área foliar pelo método do contorno foliar (Benincasa, 2003); a fitomassa de folhas e do colmo e a fitomassa da parte aérea (folhas + colmos + espiga). Aos noventa e sete dias após a emergência das plântulas, avaliou-se a produtividade de espigas com palha e grãos, massa de 1000 grãos, comprimento e diâmetro da espiga. As avaliações foram feitas a partir de 10 espigas colhidas da área útil, sendo esta representada pelas duas linhas centrais de cada parcela excluindo-se 1,0 m das extremidades das linhas. Todas as espigas de cada parcela foram secas em estufa a 65°C, sob ventilação forçada, até atingirem massa constante. A umidade dos grãos foi corrigida para 13%. Em seguida as espigas foram debulhadas com um equipamento de uso manual para a determinação dos dados de produção, os quais foram transformados em  $kg\ ha^{-1}$ .

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando verificado efeito significativo pelo teste F, utilizou-se comparação de médias pelo teste de Tukey para o parcelamento e regressão polinomial para as doses de nitrogênio através do programa estatístico software SISVAR (Ferreira, 2011).

---

### 3. Resultados e Discussão

As doses de nitrogênio influenciaram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) a altura da planta, o diâmetro do colmo, e a fitomassa do colmo e da parte aérea das plantas de milho. Estas doses ainda influenciaram ( $p \leq 0,01$ ) a altura de inserção da espiga corroborando Liu e Wiatrak (2011) que verificaram efeito significativo da adubação nitrogenada sobre essa variável do milho Pioneer 31G65, entretanto, as doses de nitrogênio não influenciaram o número de folhas, a fitomassa de folhas e a área foliar. O parcelamento da adubação influenciou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) a altura da planta e a fitomassa da parte aérea e ao nível de 1% a inserção da espiga. Já a interação entre as doses de nitrogênio e parcelamento da adubação, teve efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) apenas para a inserção da espiga (Tabela 1).

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância para a altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), fitomassa de folhas (FF), fitomassa de colmo (FCO), fitomassa da parte aérea (folhas + colmo+ espiga) (FPA), área foliar (AF) e altura de inserção da espiga (IS) em função de diferentes doses

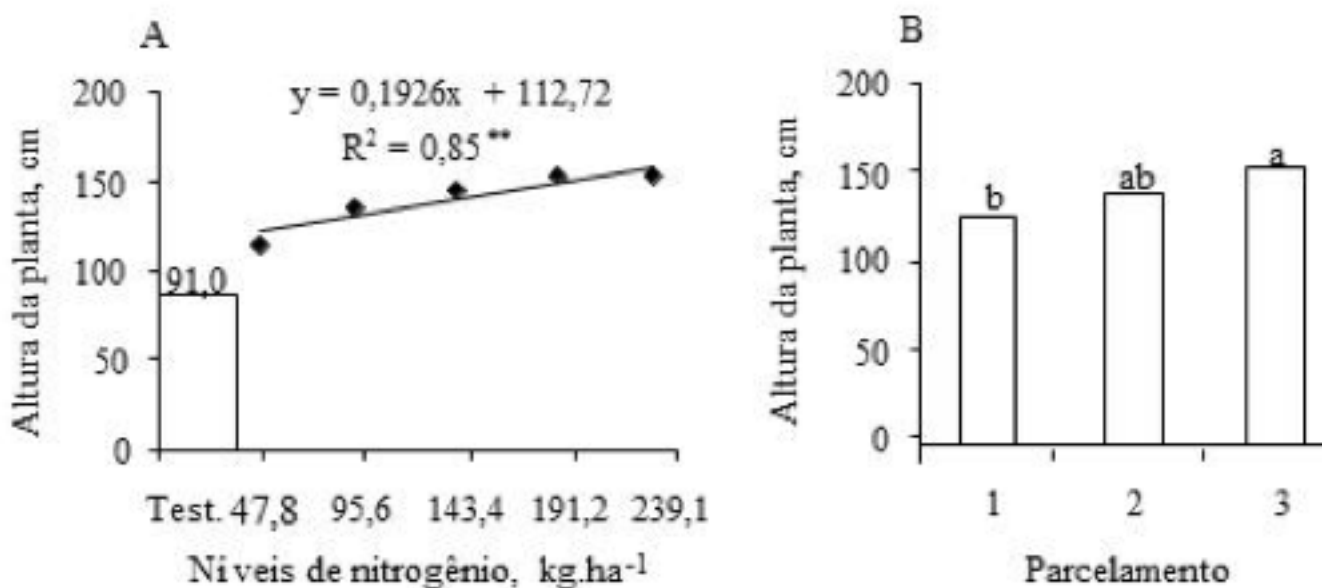
FV	GL	Quadrado Médio							
		AP	DC	NF	FF	FCO	FPA	AF	IS
Nitrogênio (N)	4	2217,5*	0,23*	1,78ns	25314,9ns	172345,7*	422115,34*	4542934,7ns	1546,92**
Linear	1	7625,5**	0,81**	-	-	611991,7**	1500916,7**	-	5536,13**
Quadrático	1	1224,35ns	0,05ns	-	-	45520,2ns	135866,9ns	-	557,63*
Parcelamento (P)	2	2897,8*	0,03ns	2,17ns	41006,6ns	201434,1ns	507706,6*	2367858,6ns	6076,8**
N x P	8	388,3ns	0,06ns	0,74ns	4156,4ns	32664,9ns	61772,8ns	1702783,0ns	356,32**
Fatores x Testemunha.	1	6832,9**	0,60**	1,82ns	23283,9ns	270504,9*	604342,5*	5670,1ns	7775,72**
Tratamento	15	1640,3*	0,14ns	1,28ns	15987,2ns	108271,7ns	253493,3ns	2435692,7ns	1931,18**
Blocos	2	4767,2**	0,09ns	2,07ns	44482,5*	197299,2ns	438387,3*	354384,8ns	94,19ns
Resíduo	30	761,75	0,073	1,01	11152,46	61477,34	128740,21	4434848,88	105,10
CV(%)		20,10	16,02	8,47	33,24	34,88	31,53	42,02	15,35
		Médias							
		cm	cm		g	g	g	cm <sup>2</sup>	cm
Parcelamento 1		127,13b	1,71a	12,16a	289,80a	654,02a	1044,56b	4558,84 a	47,21b
Parcelamento 2		139,02ab	1,67a	12,21a	296,82a	673,05a	1077,56ab	5199,34a	77,88a
Parcelamento 3		154,84a	1,77a	11,53a	383,67a	863,57a	1378,43a	5286,38a	85,13a

\*, \*\*: significativo a ( $0,05 \leq p$ ) e ( $0,01 \leq p$ ) de probabilidade do erro, respectivamente; ns: não significativo. Parcelamento 1 (dose total na fundação), 2 ( $1/2$  da dose na fundação +  $1/2$  da dose aos 15 DAE) e 3 ( $1/3$  da dose na fundação +  $1/3$  da dose aos 15 DAE +  $1/3$  da dose aos 30 DAE).

Quando se comparou o efeito dos tratamentos com a testemunha, verificou-se efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) para a altura de planta, diâmetro do caule e inserção das espigas, e ao nível de 5% para a fitomassa do colmo e da parte aérea. A área foliar não foi influenciada significativamente pelos tratamentos, contrariando Oliveira *et al.* (2009) que verificaram aumentos lineares da área foliar com a aplicação de nitrogênio.

A análise de regressão do crescimento em altura das plantas (Gráfico 1), em função do suprimento de N revelou aumento linear, confirmando os resultados relatados por Saeed *et al.* (2010) e Khatun *et al.* (2012) que verificaram maior crescimento em altura com a aplicação da maior dose de nitrogênio testada; 223,85 cm ( $250 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e 192,35 cm ( $150 \text{ kg ha}^{-1}$ ), respectivamente.

**Gráfico 1** - Altura da planta em função das doses de nitrogênio e formas de parcelamento, 1 (dose total na fundação), 2 ( $\frac{1}{2}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{2}$  da dose aos 15 DAE) e 3 ( $\frac{1}{3}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{3}$  da dose aos 15 DAE +  $\frac{1}{3}$  da dose aos 30 DAE).

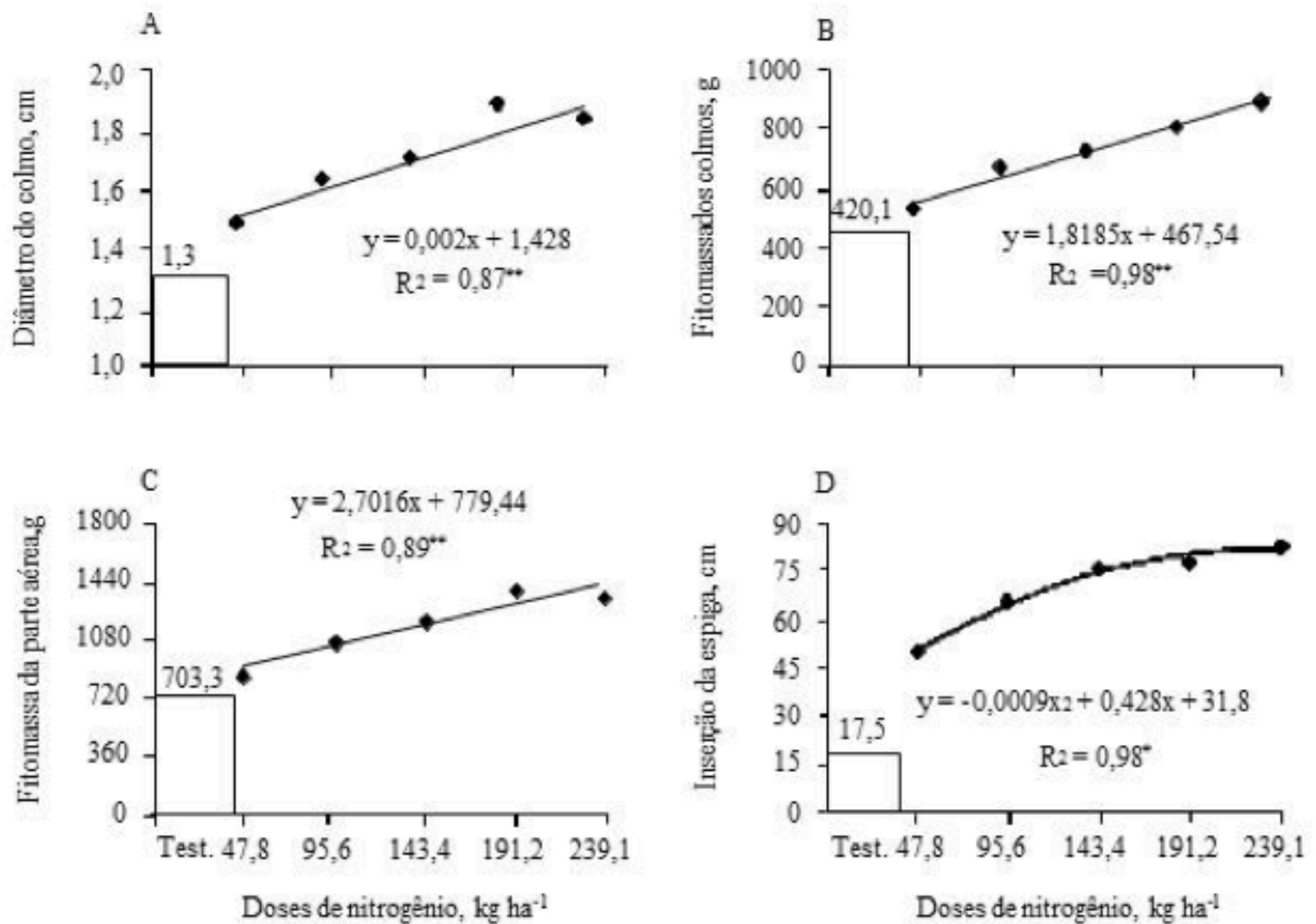


Ainda analisando o Gráfico 1A, verifica-se que as plantas cresceram numa taxa de  $0,1926 \text{ cm}$  por unidade de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) aplicado ao solo. Esse incremento contribuiu significativamente com a altura das plantas em  $33,78\%$  e  $74,32\%$ , em relação à testemunha com a aplicação de  $47,8$  e  $239,1 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, respectivamente. Tal incremento, provavelmente, é devido o aumento da síntese de fotoassimilados, o que provoca a divisão e expansão celular e, conseqüentemente, o efeito na altura das plantas. Esses resultados corroboram com as informações de Duete *et al.* (2008) e de Oliveira *et al.* (2009) que ao avaliarem o crescimento do milho híbrido triplo Braskalb "XL 360" e da cultivar Sertaneja adubados com nitrogênio em um Latossolo Vermelho eutrófico e Latossolo Amarelo, respectivamente, constataram aumento linear da altura da planta em função das doses crescentes de nitrogênio aplicado no solo. No presente trabalho, a aplicação de  $95,6 \text{ kg ha}^{-1}$  de N correspondeu a altura de plantas de  $131,13 \text{ cm}$ , semelhante aos  $135,43 \text{ cm}$  e inferior aos  $168,43 \text{ cm}$  observados por Santos *et al.* (2009) e Cruz *et al.* (2008) avaliando o comportamento do milho híbrido AG1051 e de várias cultivares, respectivamente.

A altura da planta também diferiu significativamente entre os diferentes parcelamentos da adubação nitrogenada (Gráfico 1B), sendo a maior observada com a aplicação de  $\frac{1}{3}$  da dose de N na fundação +  $\frac{1}{3}$  da dose de N aos 15 DAE +  $\frac{1}{3}$  da dose de N aos 30 DAE (parcelamento 3), corroborando Duete *et al.* (2008) que encontraram a maior altura de plantas quando a adubação nitrogenada foi parcelada em três vezes. É importante salientar que o solo Neossolo Regolítico, utilizado neste trabalho, apresenta uma textura arenosa e, segundo Fancelli (2008), a adubação nitrogenada em solos arenosos deve ser realizada aplicando parte do N recomendado em fundação e o restante em cobertura, quando as plantas apresentam de 4 a 8 folhas para amenizar as possíveis perdas desse nutriente por lixiviação.

Os Gráficos 2A, 2B, 2C e 2D apresentam as regressões do diâmetro do colmo, fitomassa dos colmos, fitomassa da parte aérea e inserção da espiga em função das doses de nitrogênio como também as comparações com a testemunha, respectivamente. Assim como a altura da planta, a análise de regressão revelou aumento linear do diâmetro do colmo das plantas em função do suprimento de N (Gráfico 2A).

**Gráfico 2** - Diâmetro do colmo (A), fitomassa dos colmos (B), fitomassa da parte aérea (C) e altura de inserção da espiga (D) em função das doses de nitrogênio.



Em relação à testemunha, com a aplicação das doses 47,8 e 239,1 kgN ha<sup>-1</sup> houve um incremento de 21,6 e 52,5%, correspondente aos diâmetros 1,52 cm e 1,91 cm, respectivamente (Gráfico 2A). Este comportamento foi semelhante ao observado por Oliveira *et al.* (2009) que verificaram aumento linear do diâmetro de colmo em função das doses de nitrogênio, cuja taxa de acréscimo foi, em média, 0,0445 mm por unidade de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) aplicado ao solo. No presente estudo o diâmetro caulinar aumentou, em média, 0,02 mm por unidade de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) aplicado ao solo. O colmo não somente atua como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente para a obtenção de alto rendimento de grãos, pois quanto maior o seu diâmetro, maior será a capacidade que a planta terá em armazenar fotoassimilados que contribuirão com o enchimento dos grãos (Penariol *et al.*, 2003).

A fitomassa dos colmos das plantas de milho (FCO) aumentou linearmente em função da aplicação das doses de nitrogênio (Gráfico 2B), no entanto, o mesmo não foi observado com o parcelamento, não diferindo significativamente suas médias entre si (Tabela 1). De acordo com o coeficiente de determinação do modelo de regressão, o efeito dos tratamentos com N sobre a FCO foi da ordem de 97,85%, sendo que a produção de FCO, em média, aumentou em 1,8185 g planta<sup>-1</sup> por unidade de N (kg ha<sup>-1</sup>) aplicado ao solo. Na faixa das doses empregadas (da testemunha à maior dose), o N promoveu aumento na produção de FCO em 115% em relação à testemunha.

No caso da fitomassa da parte aérea (FPA), as doses de N também promoveram um incremento linear na produção desta fitomassa (Gráfico 2C), corroborando Oliveira *et al.* (2009). De acordo com o modelo de regressão, a produção de FPA das plantas, em média, aumentou em 2,7016 g planta<sup>-1</sup> por unidade de N (kg ha<sup>-1</sup>) aplicado ao solo e na faixa das doses empregadas (da

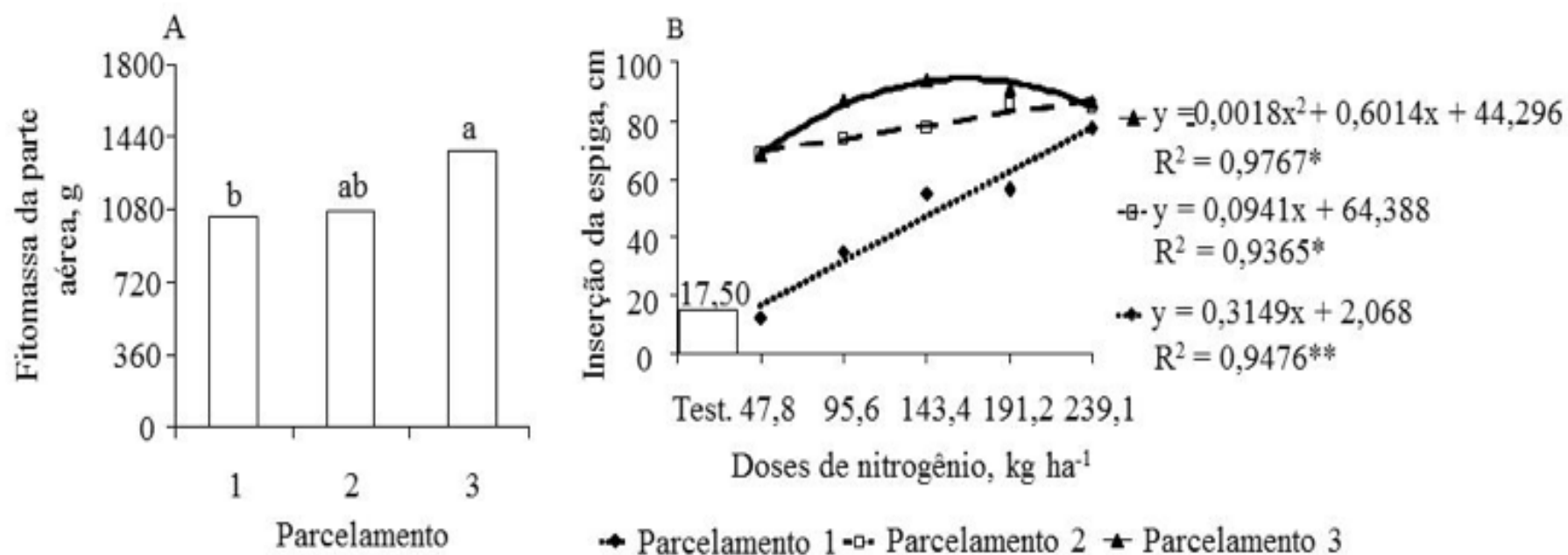
testemunha à maior dose), o N promoveu aumento na produção de FPA em 102,63%.

Considerando que a matéria fresca da parte aérea (1425,12 g planta<sup>-1</sup>) obtida utilizando 239,1 kgN ha<sup>-1</sup>, foi colhida com um percentual de 70% de umidade; a produtividade de forragem deste material, ou seja, milho AG 1051 correspondeu a 26,72 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (MS). Noce *et al.* (2006), avaliando diferentes cultivares de milho para a produção de grãos e forragem, na região central de Minas Gerais, obtiveram uma produtividade de forragem de 17,81 t ha<sup>-1</sup> de MS plantando o milho AG 1051 adubado em fundação com 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 + 0,5% de Zn e, em cobertura, com 400 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônia.

A altura da inserção da espiga apresentou comportamento quadrático com a utilização das diferentes doses de nitrogênio, obtendo-se com a aplicação de 237,7 kgN ha<sup>-1</sup> uma altura de 82,7 cm correspondente a um acréscimo de 372,57% em relação ao tratamento controle (Gráfico 2D). Este resultado está condizente com os 81,0 cm do milho safrinha cultivado por Campos *et al.* (2010) no município de Porangatu adubado na semeadura com 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 8-20-18 (N, P2O5 e K2O) e, em cobertura, com 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 20-00-20 (N e K2O). Esses autores ainda relatam que plantas de maior estatura e altura de inserção da espiga apresentam maior probabilidade ao acamamento; isso porque a alta relação inserção/estatura pode diminuir o centro de gravidade da planta, provocando o acamamento.

A fitomassa da parte aérea (FPA) também foi influenciada pelo parcelamento (Gráfico 3A) corroborando Haile *et al.* (2012) que verificaram produção de biomassa significativamente maior dividindo as doses de N ¼ no plantio, ½ em meados do perfilhamento e ¼ na antese. A maior produção de FPA foi observada com a utilização do parcelamento 3, porém sem diferir significativamente do parcelamento 2, o que correspondeu, em relação à aplicação de todo o N em fundação (parcelamento 1), a um incremento de 31,96%.

**Gráfico 3** - Fitomassa da parte aérea em função das formas de parcelamento (A) e altura da inserção da espiga (B) em função das doses de nitrogênio e formas de parcelamento, 1 (dose total na fundação), 2 (½ da dose na fundação + ½ da dose aos 15 DAE) e 3 (1/3 da dose na fundação + 1/3 da dose aos 15 DAE + 1/3 da dose aos 30 DAE).



De acordo com Silva *et al.* (2010), em plantio de milho, seja para produção de grãos ou de silagem, a adubação nitrogenada deverá ser realizada aplicando-se em média 40 kg ha<sup>-1</sup> em fundação e o restante em cobertura, em até três aplicações, conforme a dose recomendada.

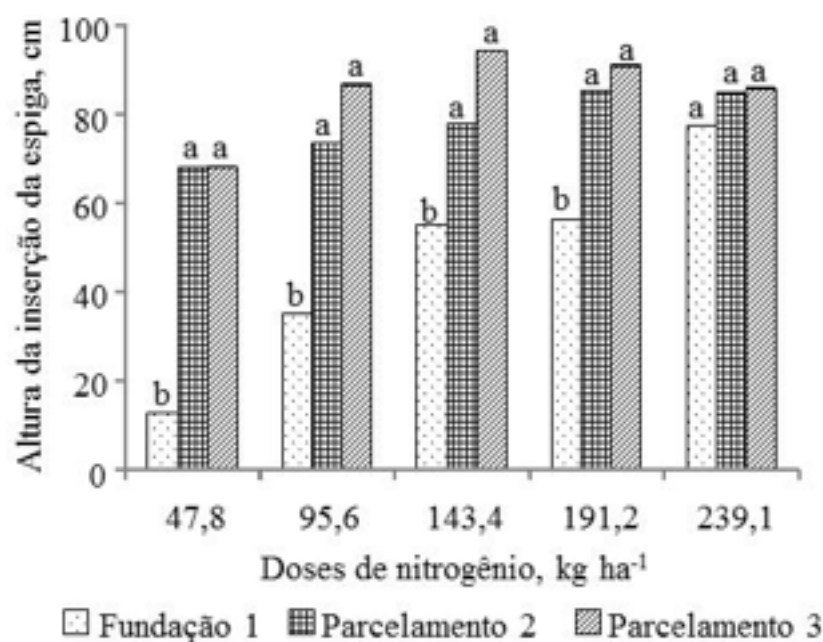
Quanto à interação N versus parcelamento, somente a altura de inserção da espiga apresentou interação significativa, ajustando-se os dados a regressões lineares adubando-se em fundação e parcelado ½ da dose na fundação + ½ da dose aos 15 DAE (parcelamento 2) e a regressão quadrática com 1/3 da dose na fundação + 1/3 da dose aos 15 DAE + 1/3 da dose aos 30 DAE (parcelamento 3) (Gráfico 3B). Carmo *et al.* (2012), também verificaram aumento linear dessa

variável em função das doses de N; já Nascimento e Bicudo (2009), observaram efeito quadrático.

A adubação em fundação promoveu acréscimo na altura de inserção da espiga com taxa de 0,3149 cm por unidade de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); este valor foi superior ao verificado no parcelamento 2 (0,0941cm), contudo, comparando estes tratamentos entre si, verifica-se que as maiores médias, independente das doses de nitrogênio aplicadas, foram encontradas aplicando  $\frac{1}{2}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{2}$  da dose aos 15 DAE (Gráfico 3B); este resultado evidencia prováveis perdas de N por lixiviação decorrentes principalmente da adubação em fundação (parcelamento 1). Segundo Coelho (2007), para as condições do Brasil, de acordo com as informações disponíveis, maiores parcelamentos devem ser adotados adubando-se com altas doses de nitrogênio (120 a 200  $\text{kg ha}^{-1}$ ) em solos de textura arenosa. Com relação ao tratamento testemunha, a média 17,50 cm não diferiu estatisticamente da altura da inserção de espiga com a utilização de 47,8  $\text{kgN ha}^{-1}$  aplicado em fundação; o mesmo não sendo verificado com os demais tratamentos.

As maiores inserções de espiga foram registradas utilizando os parcelamentos 2 e 3, não diferindo suas médias entre si independentemente da dose de N aplicada. Com exceção da maior dose 239,1  $\text{kgN ha}^{-1}$ , o nitrogênio aplicado em fundação ocasionou as menores médias (Gráfico 4). Comportamento semelhante também foi verificado por Silva e Silva (2003), aplicando  $\frac{1}{3}$  do nitrogênio por ocasião do plantio e  $\frac{2}{3}$  aos 25 dias após o plantio ( $\frac{1}{3}$ - $\frac{2}{3}$ -0).

**Gráfico 4** - Altura da inserção da espiga em função da interação nitrogênio e parcelamento da adubação. Fundação; parcelamento 2 ( $\frac{1}{2}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{2}$  da dose aos 15 DAE) e 3 ( $\frac{1}{3}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{3}$  da dose aos 15 DAE +  $\frac{1}{3}$  da dose aos 30 DAE); médias seguidas de mesma letra não diferem entre si dentro do mesmo nível de N.



Percebe-se ainda que a diferença entre as médias da altura de inserção da espiga entre os diferentes parcelamentos torna-se menor com o aumento da dose de N (Figura 4). Assim o parcelamento e a época de aplicação do adubo nitrogenado poderiam constituir-se em alternativas para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada pela cultura do milho e mitigar as perdas de nitrogênio. Isso é respaldado pelo maior aproveitamento do N, resultante da sincronização entre as aplicações e o período de alta demanda do nutriente. Tal informação corrobora Amanullah *et al.* (2009), que constataram aumento na altura de inserção mediante parcelamento do N em cinco etapas (8-17-25-33-17%), segundo os autores, o aumento das doses e dos parcelamentos durante o crescimento vegetativo do milho favorece a formação de assimilados que tem impactos favoráveis sobre a inserção da espiga.

De acordo com a análise de variância dos resultados de produção (Tabela 2), verifica-se efeito



significativo das doses de nitrogênio ( $p \leq 0,01$ ) para a produtividade de espigas, grãos e comprimento da espiga, e ao nível de 5% para o diâmetro da espiga.

**Tabela 2** - Resumo da análises de variância para os componentes da produção do milho quando submetidos aos diferentes tratamentos de doses e parcelamento de nitrogênio.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		Produtividade Espigas	Produtividade de Grãos	Massa de 1000 Grãos	Comprimento da espiga	Diâmetro da espiga
Doses (N)	4	7912708,65**	5741662,97**	13362,53ns	17,47**	1,06*
Linear	1	16291433,51**	12263768,41**	6818,36ns	52,36**	2,41**
Quadrático	1	4712225,83**	3261163,08**	4282,60ns	10,08ns	0,43ns
Parcelamento (P)	2	8743701,90**	6207035,26**	15346,84**	17,21*	1,02*
N x P	8	1093068,81**	1125378,92**	6669,74**	10,44*	0,77*
Fatores x Testemunha	1	15629889,0**	10993390,23**	35389,84**	34,67**	2,35*
Tratamentos	15	4900845,20**	3691809,60**	11526,10**	14,83**	0,98**
Blocos	2	109221,82ns	169128,83ns	2365,12**	8,91ns	0,19ns
Resíduo	30	164993,22	172296,54	1890,03	3,88	0,33
CV (%)		15,06	19,13	16,79	15,77	13,91
		MÉDIAS				
		Kg ha <sup>-1</sup>	Kg ha <sup>-1</sup>	g	cm	Cm
Parcelamento 1		2002,50c	1553,22c	229,19b	11,70b	3,97b
Parcelamento 2		3040,92b	2425,55b	287,65a	12,58ab	4,17ab
Parcelamento 3		3491,25a	2901,65a	280,92a	13,83a	4,49 <sup>a</sup>

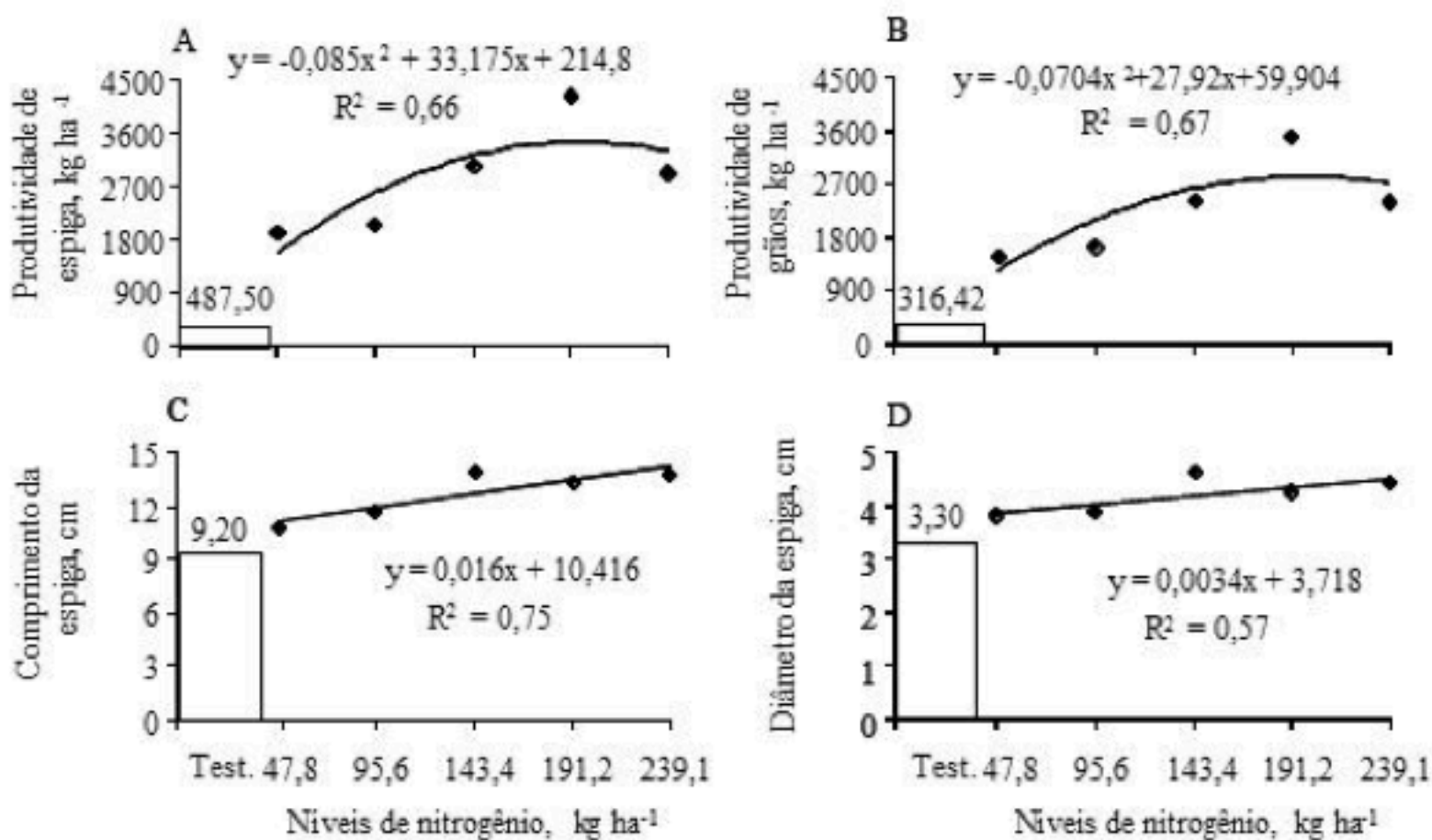
\*, \*\*: significativo a ( $0,05 \leq p$ ) e ( $0,01 \leq p$ ) de probabilidade do erro, respectivamente; ns: não significativo. Parcelamento 1 (dose total na fundação), 2 ( $\frac{1}{2}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{2}$  da dose aos 15 DAE) e 3 ( $\frac{1}{3}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{3}$  da dose aos 15 DAE +  $\frac{1}{3}$  da dose aos 30 DAE).

O parcelamento e a interação dos fatores N x P influenciou ( $p \leq 0,01$ ) a produtividade de espigas e de grãos e o comprimento da espiga, os demais parâmetros diferiram ao nível de 5%. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho *et al.* (2011), que verificaram

influência significativa de diferentes níveis de N na produtividade de espiga e grãos. Ferreira *et al.* (2010), também verificaram aumentos significativos no comprimento da espiga com o fornecimento do nitrogênio, mas quanto ao diâmetro da espiga, os autores não observaram o mesmo comportamento.

Analisando o efeito isolado das doses de nitrogênio, verifica-se que as médias de produtividade de espiga e de grãos se ajustaram a modelos de regressões quadráticas e as variáveis comprimento e diâmetro da espiga a regressões lineares (Gráfico 5). Para a produtividade de espigas (Gráfico 5A), o máximo rendimento 3467,11 kg ha<sup>-1</sup> foi estimado aplicando 196,06 kgN ha<sup>-1</sup>, o que corresponde a um aumento de 480% em relação a testemunha. Santos *et al.* (2012) avaliando o plantio de cultivares e híbridos de milho para a microrregião de Campina Grande-PB, obtiveram uma produtividade de espiga com palha semelhante ao obtido neste trabalho, 3980 kg ha<sup>-1</sup> aplicando em fundação 25 kgN ha<sup>-1</sup> e 25 kgN ha<sup>-1</sup> 20 dias após a semeadura.

**Gráfico 5** - Produtividade de espigas (A) e grãos (B), comprimento (C) e diâmetro da espiga (D) em função dos diferentes níveis de nitrogênio.



Quanto à produtividade de grãos (Gráfico 5B), o maior rendimento, 2827,51 kg ha<sup>-1</sup>, foi obtido aplicando-se 198,27 kgN ha<sup>-1</sup>, valor esse muito inferior aos 7320 kg ha<sup>-1</sup> reportados por Ferreira *et al.* (2010) cultivando o híbrido AG 1051 e adubado com 100 kgN ha<sup>-1</sup> parcelados 50% no plantio e o restante em cobertura aos 30 dias após a emergência das plântulas. A superioridade na produtividade observada por esses autores em relação ao verificado neste trabalho é justificada pela boa fertilidade do solo e pelo menor espaçamento de plantio 0,80 m x 0,20 m. Ainda com relação ao gráfico 5B, verifica-se que a máxima produtividade de grãos observada neste trabalho foi 793% maior que a testemunha.

A influência do N sobre a produtividade de grãos pode estar associada ao seu efeito na altura da planta, altura de inserção da espiga e massa de 1000 grãos, cujos resultados corroboram Mansour e El-Maksoud (2009) e Chaves *et al.* (2013). Segundo Mansouri *et al.* (2009), a fitomassa seca total do milho e o rendimento de grãos são influenciados significativamente pela aplicação de nitrogênio por aumentar o índice de área foliar e consequentemente, a capacidade de assimilar CO<sub>2</sub> e sintetizar carboidratos durante a fotossíntese.

O comprimento (Gráfico 5C) e o diâmetro da espiga (Gráfico 5D) responderam as doses de nitrogênio de forma linear e positiva, aumentando numa taxa de 0,016 e 0,0034 cm por unidade de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) aplicado ao solo, respectivamente. Estes resultados corroboram Sharifi e Taghizadeh (2009), que também verificaram influência significativa de doses de nitrogênio sobre o comprimento médio da espiga (CME), ainda segundo esses autores, a maior média foi de 16,7 cm aplicando-se  $240 \text{ kgN ha}^{-1}$ , representando um aumento de 13,60% em relação ao tratamento teste. Neste trabalho, a maior espiga (14,24 cm de comprimento) foi colhida nas plantas adubadas com  $239 \text{ kgN ha}^{-1}$ .

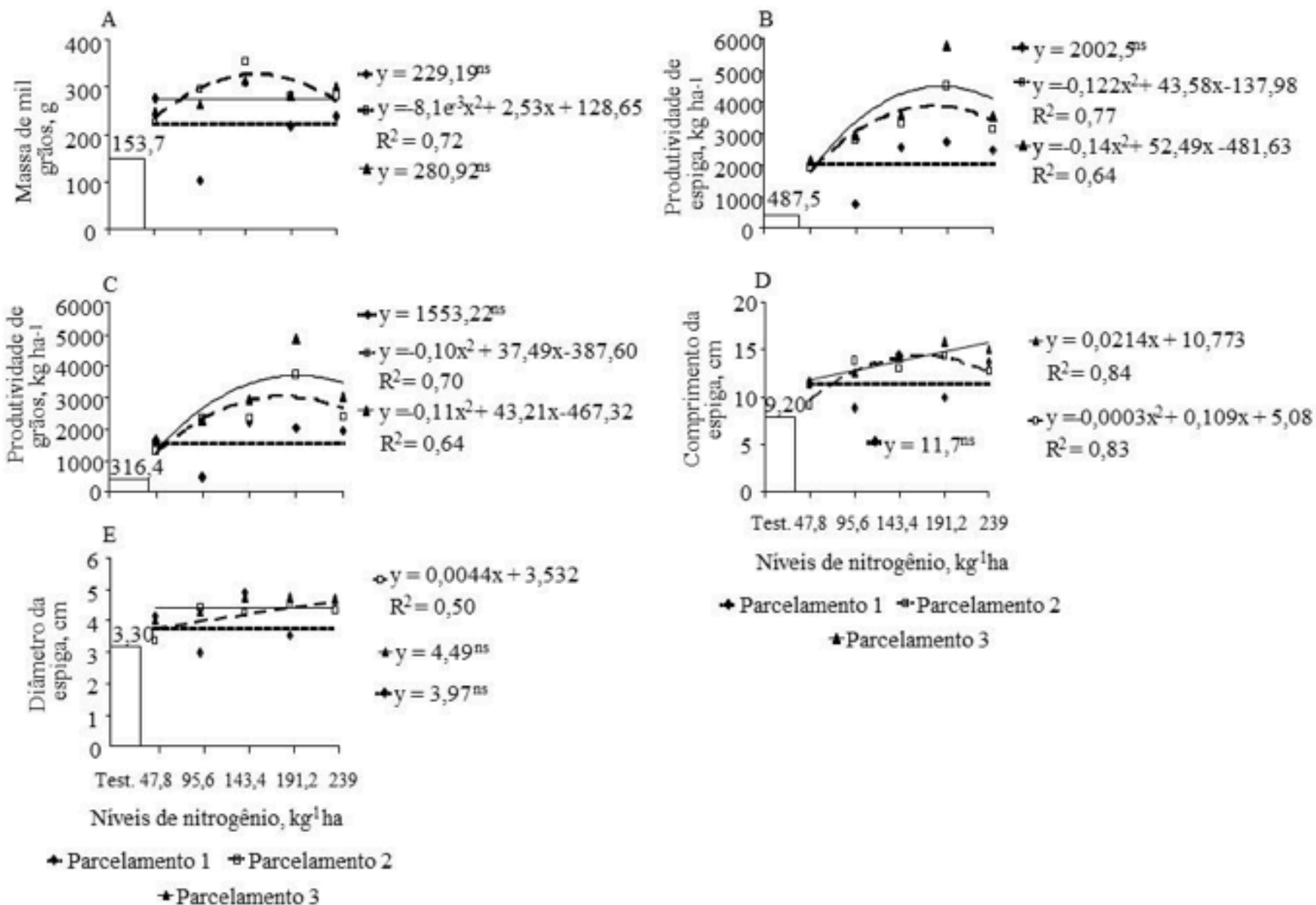
Assim como o comprimento, o maior diâmetro da espiga (4,53 cm) foi obtido com a aplicação da maior dose de N. Ferreira *et al.* (2010), apesar de não verificarem influência significativa de doses de N, também encontraram valores de diâmetro da espiga (híbrido AG 1051) semelhantes ao observado neste trabalho, cuja variação segundo os autores foi de 4,4 cm a 4,9 cm. É importante frisar que são consideradas espigas comerciais aquelas que apresentam comprimento e diâmetro superiores a 15 e 3 cm, respectivamente (Albuquerque *et al.*, 2008).

Os resultados apresentados no Gráfico 5 são importantes uma vez que a espiga de milho com palha é comercializado nas centrais de abastecimento e feiras livres, preferindo o consumidor, por aquelas de maior peso e comprimento (Albuquerque *et al.*, 2008). Além do mais, o incremento de espigas na produção de silagem, proporciona ganhos de energia, proteína e palatabilidade, permitindo a alimentação exclusiva ou como complemento de volumosos para ruminantes na época de escassez de alimento.

Quanto ao parcelamento do N (Tabela 2), independente do parâmetro analisado, os melhores resultados foram obtidos aplicando 1/3 da dose de N na fundação + 1/3 aos 15 DAE + 1/3 aos 30 DAE, entretanto, sem deferir estatisticamente do parcelamento 2 para massa de 1000 grãos, comprimento e diâmetro da espiga.

Analisando o Gráfico 6A, verifica-se que a massa de mil grãos foi significativamente influenciada pelas doses de N parceladas 1/3 na fundação + 1/3 aos 15 DAE + 1/3 da dose aos 30 DAE. As médias dos tratamentos ajustaram-se a regressão quadrática cuja dose máxima agrônômica estimada foi de  $156,17 \text{ kgN ha}^{-1}$  correspondendo a uma massa de 326,21 g.

**Gráfico 6** - Desdobramento da interação parcelamento x doses de N para a massa de 1000 grãos (A), produtividade de espiga (B) e grãos (C) e comprimento (D) e diâmetro de espiga (E). Parcelamento 1 (dose total do N na fundação), Parcelamento 2 ( $\frac{1}{2}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{2}$  aos 15 DAE) e Parcelamento 3 ( $\frac{1}{3}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{3}$  aos 15 DAE +  $\frac{1}{3}$  aos 30 DAE).



A resposta da massa dos grãos a interação N x P pode estar associada ao aumento da área foliar, que apesar de não ser influenciada pelas doses de nitrogênio neste trabalho, apresentou a maior média (7015,82 cm<sup>2</sup>) com a aplicação da maior dose de N. Ganhos de área foliar refletem em maior produção de assimilados que serão translocados para o enchimento dos grãos. Aumentos na massa dos grãos com a aplicação de doses de nitrogênio também foram relatados por Akmal *et al.* (2010). Khaliq *et al.* (2009), também verificaram resposta significativa em função da aplicação de N, contudo, até a dose de 300 kgN ha<sup>-1</sup>, havendo declínio na massa de 1000 grãos com a aplicação de doses mais elevadas.

A produtividade de espigas respondeu positivamente a interação N x P, ajustando-se suas médias a modelos de regressões quadráticas quando parcelado o N em duas e três vezes (Gráfico 6B). O mesmo comportamento não foi verificado com a aplicação do N em fundação, não diferindo as médias entre as diferentes doses de nitrogênio aplicadas. Estatisticamente a maior produtividade de espiga foi estimada em 4438,37 kg ha<sup>-1</sup> com a aplicação de 187,46 KgN ha<sup>-1</sup> parcelado 1/3 da dose na fundação + 1/3 da dose aos 15 DAE + 1/3 da dose aos 30 DAE. A máxima produtividade de espigas representou, em relação ao tratamento testemunha, um aumento de 810,43%. Ainda com relação ao Gráfico 2B, verifica-se que aplicando 1/2 da dose de N na fundação + 1/2 da dose aos 15 DAE a máxima produtividade é estimada em 3753,85 kg ha<sup>-1</sup> correspondente a uma dose de 178,60 KgN ha<sup>-1</sup>. Santos *et al.* (2012) cultivando o híbrido AG 1051 na microrregião de Campina Grande-PB colheram 3980,00 kg ha<sup>-1</sup> de espigas palhadas, resultado este semelhante ao verificado no presente trabalho.

Assim como para produtividade de espiga, a produtividade de grãos não diferiu significativamente entre as doses de nitrogênio quando todo o nitrogênio foi aplicado na fundação (parcelamento 1). O mesmo comportamento não foi verificado para os demais parcelamentos, cujas médias dos tratamentos foram desdobradas em polinômios ortogonais

apresentando o modelo quadrático o melhor grau de significância (Gráfico 6C). Aplicando  $\frac{1}{2}$  da dose de N na fundação +  $\frac{1}{2}$  da dose aos 15 DAE a máxima produtividade de grãos foi estimada em  $3126,15 \text{ kg ha}^{-1}$  adubado com  $187,45 \text{ kgN ha}^{-1}$ . Dividindo a dose de N  $\frac{1}{3}$  na fundação +  $\frac{1}{3}$  aos 15 DAE +  $\frac{1}{3}$  aos 30 DAE, a produtividade de grãos foi ainda maior, ou seja,  $3776,10 \text{ kg ha}^{-1}$  aplicando  $196,40 \text{ kgN ha}^{-1}$ , o que representou um aumento de 1093,45 %, 143,11 % e 20,79 % em relação ao tratamento teste, parcelamento 1 e 2, respectivamente. Bastos *et al.* (2008), também verificaram ganhos de produtividade de grãos parcelando o N em duas ( $\frac{1}{2}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{2}$  por ocasião da sexta folha) e três vezes ( $\frac{1}{3}$  da dose na fundação +  $\frac{1}{3}$  por ocasião da quarta folha +  $\frac{1}{3}$  por ocasião da sexta), porém sem diferir suas médias entre si. Ainda segundo os mesmos autores, em São Raimundo das Mangabeiras, os maiores rendimentos de grãos foram obtidas mediante aplicação de  $180 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

O maior comprimento médio da espiga CME (Gráfico 6D), em média, 13,92 cm, foi observado com a aplicação de  $143,40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, aplicado em três vezes, proporcionando aumento médio de 51% em relação à testemunha, ou seja, ausência de nitrogênio ( $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N). Segundo Kappes *et al.* (2009), o comprimento médio de espiga, apesar de ser uma característica de alta herdabilidade e menor dependência do ambiente, é um dos caracteres que pode interferir diretamente no número de grãos por fileira e conseqüentemente na produtividade do milho.

O maior diâmetro médio da espiga (DME), 4,58 cm, foi obtido no parcelamento 2 com a aplicação de  $239,1 \text{ kgN ha}^{-1}$ , proporcionando aumento médio de 38,78% em relação a testemunha, ou seja, ausência de nitrogênio (Gráfico 6E). Heinrichs *et al.* (2003), cultivando milho AL34, encontraram valores de DME variando de 3,35 a 3,77 cm correspondentes as doses de 30 a  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, ou seja, menores aos observados no presente trabalho. Quando se aplicou o nitrogênio na fundação e parcelado em três aplicações, o diâmetro das espigas não variou em função dos níveis deste nutriente, cujas médias foram 3,97 e 4,49 cm, respectivamente.

---

## 4. Conclusões

O parcelamento da adubação nitrogenada proporcionou benefícios a todos os parâmetros de produção e aos parâmetros de crescimento: altura da planta, fitomassa da parte aérea e inserção da espiga. Comportamento semelhante também foi observado para as doses de nitrogênio, com exceção da massa de mil grãos. A produtividade máxima do milho, obtida com base na função de produção para as doses de nitrogênio e parcelamento, foi de  $4438,37 \text{ kg ha}^{-1}$  com a aplicação de  $187,46 \text{ KgN ha}^{-1}$  parcelada três vezes.

---

## Referências

- Akmal, M. et al. (2010). Response of maize varieties to nitrogen application for leaf area profile, crop growth, yield and yield components. *Pakistan Journal of Botany*, 42:1941-1947.
- Albuquerque, C.J.B. et al. (2008). Produtividade de híbridos de milho verde experimentais e Comerciais. *Bioscience Journal*, 24:69-76.
- Amanullah, K.B. et al. (2009). Nitrogen level and its time of application influence leaf area, height and biomass of maize planted at low and high density. *Pakistan Journal of Botany*, 41(2):761-768.
- Bastos, E.A. et al. (2008). Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. *Revista Ciência Agrônômica*, 39:275-280.
- Benincasa, M.M.P. (2003). *Análise do crescimento de plantas (noções básicas)*. Jaboticabal, SP: Funep.
- Campos, M.C.C. et al. (2010). Produtividade e características agrônômicas de cultivares de milho safrinha sob plantio direto no Estado de Goiás. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e*

Carmo, M.S. et al. (2012). Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *Saccharata* var. *rugosa*). *Bioscience Journal*, 28:223-231.

Carvalho, E.V. et al. (2011). Eficiência e uso do nitrogênio em híbridos experimentais de milho do programa de melhoramento da Universidade Federal do Tocantins. *Bioscience Journal*, 27:392-403.

Chaves, L.H.G. et al. (2013). Efeito de doses e parcelamento de nitrogênio no crescimento da cultura do milho. In: 34<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Florianópolis. Anais, SBCS/Epagri, p.1-4.

Coelho, A.M. (2007). *Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho*. Sete Lagoas, Núcleo de Desenvolvimento de Sistemas de Produção da Embrapa Milho e Sorgo.

Cruz, S. C. S. et al. (2008). Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(4):370-375.

Duete, R.R.C. et al. (2008). Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em Latossolo Vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(1):161-171.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1997). *Manual de métodos de análises de solo*. 2ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Fancelli, A.L. (2008). *Tabelas de conversão, eficiência, extração e exportação de macronutrientes e micronutrientes relativas à cultura de milho*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de Produção Vegetal, (Série material didático).

Ferreira, D.F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6): 1039-1042.

Ferreira, H.A. et al. (2010). Componentes de produção e produtividade do milho submetido a doses de nitrogênio no semiárido Paraibano. *Revista Verde*, 5:90-96.

Haile, D. et al. (2012). Nitrogen use efficiency of bread wheat: Effects of nitrogen rate and time of application. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(3):389-410.

Heinrichs, R. et al. (2003). Doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 4:1-5.

Kappes, C. et al. (2009). Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39:251-259.

Khaliq, T. et al. (2009). Maize hybrids response to nitrogen rates at multiple locations in semiarid environment. *Pakistan Journal of Botany*, 41:207-224.

Khatun, S.H.A. et al. (2012). Effect of Irrigation and Nitrogen Levels on the Growth and Yield of Maize. *Biological and Biomedical Reports*, 2(2):87-93.

Liu, K. e Wiatrak, P. (2011). Corn (*Zea Mays* L.) plant characteristics and grain yield response to N fertilization programs in no-tillage system. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6(1):172-179.

Mansour, A.A. e El-Maksoud, M.F. (2009). Response of some maize hybrids to nitrogen fertilizer levels under cultivated sandy soils. *Journal Agricultural Science Mansoura University*, 34:3335-3347.

Mansouri, F.C. et al. (2010). Maize yield response to deficit irrigation during low sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 97:12-22.

Nascimento, F.M. e Bicudo, S.J. (2009). Resposta da cultura do milho na utilização do nitrogênio aplicado em pré-semeadura e em cobertura em sistema plantio direto. *Revista Energia na*

*Agricultura*, 24(1):49-67.

Noce, M.A. et al. (2006). *Cultivares de Milho para a Produção de Grãos e Forragem, na Região Central de Minas Gerais*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.

Okumura, R. S. et al. (2011). Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, 4(2):226-244.

Oliveira, F.A. et al. (2009). Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4(3):238-244.

Paes, M.C.D. (2006). *Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.

Pedroso, S. et al. (2006). Características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho e suas silagens (*Zea mays* L.). *ARS Veterinaria*, 22:248-258.

Penariol, F.G. et al. (2003). Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2(2):52-60.

Primo, D.C. et al. (2011). Biomassa e extração de nutrientes pelo milho submetido a diferentes manejos de adubos orgânicos na região semiárida. *Scientia Plena*, 7(8):1-8.

Saeed, M. et al. (2010). Effect of nitrogen levels and weed-crop competition durations on yield and yield components of maize. *Journal of Agricultural Research*, 48(4):471-481.

Santos, J.F. et al. (2009). Variedades e híbridos de milho para a mesorregião do Agreste Paraibano. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 3(3):13-17.

Santos, J.F. et al. (2012). Avaliação de cultivares e híbridos de milho para a microrregião de Campina Grande, PB. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 6:29-33.

Sharifi, R.S. e Taghizadeh, R. (2009). Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen fertilizer. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7: 518-521.

Silva, M.R. et al. (2010). Modelagem e a adubação NPK na cultura do milho para silagem e grãos. In: T.N. Martin, A.J. Waclawovsky, F. Kuss, A.S. Mendes e Brun, E.J. (Org.). *Sistemas de Produção Agropecuária* (pp. 152-176) Dois Vizinhos: UTFPR.

Silva, P.S.L. e Silva, P.I.B. (2003). Parcelamento da adubação nitrogenada e rendimento de espigas verdes de milho. *Horticultura Brasileira*, 21(2):149-511.

Silva, E.C. et al. (2005). Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:725-733.

---

1. Departamento de Agroecologia e Agropecuária, Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca-PB, Brasil, [joseylsolo@yahoo.com.br](mailto:joseylsolo@yahoo.com.br)

2. Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, Brasil, [lhgarofalo@hotmail.com](mailto:lhgarofalo@hotmail.com)

3. Departamento de Agroecologia e Agropecuária, Universidade Estadual da Paraíba, Lagoa Seca-PB, Brasil, [afernandesmf@gmail.com](mailto:afernandesmf@gmail.com)

4. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural - PPGExR, Universidade Federal de Santa Maria-RS, Santa Maria, Brasil, [dreagroeco@gmail.com](mailto:dreagroeco@gmail.com)

5. Departamento de Agroecologia e Agropecuária, CCAA/UEPB, Lagoa Seca-PB, Brasil, [rodriguespacifico@yahoo.com.br](mailto:rodriguespacifico@yahoo.com.br)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 08) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]