

Universidade do Estado do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Luana Paula Freire de Souza

**Avaliação da adubação nitrogenada em função da
densidade populacional de plantas de milho sob
Sistema Plantio Direto no Estado do Pará**

Belém
2016

Luana Paula Freire de Souza

Avaliação da adubação nitrogenada em função da densidade populacional de plantas de milho sob Sistema Plantio Direto no Estado do Pará

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Tavares de Paula.

Coorientador: Dr. Carlos Alberto Costa Veloso.

Belém
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP),
Biblioteca do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, UEPA, Belém - PA.

S729a Souza, Luana Paula Freire de

Avaliação da adubação nitrogenada em função da densidade populacional das plantas de milho sob Sistema Plantio Direto no Estado do Pará / Luana Paula Freire de Souza; Orientador Manoel Tavares de Paula; Coorientador Carlos Alberto Costa Veloso. -- Belém, 2016.

63 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2016.

1. Adubos e Fertilização. 2. Milho - Pará. 3. Nitrogênio - Fixação. I. Paula, Manoel Tavares de. II. Veloso, Carlos Alberto Costa. III. Título.

CDD 631.81

Luana Paula Freire de Souza

Avaliação da adubação nitrogenada em função da densidade populacional de plantas de milho sob Sistema Plantio Direto no Estado do Pará

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará.

Data da aprovação: 19/02/2016

Banca Examinadora

_____ - Orientador
Prof. Manoel Tavares de Paula
Doutor em Ciências Agrárias
Universidade do Estado do Pará

_____ - 1º Examinador
Dr. Eduardo Jorge Maklouf Carvalho
Doutor em Manejo e Física do Solo
Embrapa Amazônia Oriental

_____ - 2º Examinador
Dr. Arystides Resende Silva
Doutor em Agronomia
Embrapa Amazônia Oriental

_____ - 3º Examinador
Prof. Gideão Costa dos Santos
Doutor em Ciências Agrárias
Instituto Federal do Pará

_____ - Suplente
Prof. Altem Nascimento Pontes
Doutor em Ciências Físicas
Universidade do Estado do Pará

Aos meus queridos pais, Luciane e Paulo, que estiveram presentes e me apoiaram com muito amor em cada etapa desta caminhada. Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu Pai amado.

À FAPESPA, pelo auxílio financeiro concedido.

À Universidade do Estado do Pará, que permitiu meu ingresso à pesquisa através deste curso de pós-graduação.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental por me receber como estagiária e permitir o desenvolvimento do meu trabalho.

Ao meu orientador Dr. Manoel Tavares de Paula, pelo apoio, dedicação e excelente orientação.

Ao meu coorientador Dr. Carlos Alberto Costa Veloso, pela confiança depositada e pelo conhecimento compartilhado neste período.

Ao Dr. Altem Pontes, pela dedicação com a qual coordena o Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UEPA.

Ao corpo docente e de funcionários do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais, pela constante disponibilidade e apoio ao aprendizado no decorrer do curso.

Aos meus pais Luciane e Paulo, irmão, avós, tios e tias, pela compreensão nos momentos de ausência e por todas as palavras de incentivo.

Aos meus amigos Aline Matos e Deyvid Marques, que fizeram toda diferença neste percurso.

Aos colegas funcionários e estagiários do Núcleo de Apoio a Pesquisa e Transferência de Tecnologias (NAPT) da Belém-Brasília, em Paragominas, cuja parceria foi essencial para realização dos trabalhos em campo.

Aos colegas funcionários vinculados ao Laboratório de Análises de Solos da Embrapa, cujo apoio foi fundamental para realização das análises em laboratório.

Aos meus colegas amados do mestrado em Ciências Ambientais, pelo companheirismo e parceria nos desafios vividos.

A todos que de alguma maneira contribuíram para realização deste trabalho, muito obrigada.

“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o sino que tine.”

1 Coríntios 13.1

RESUMO

A expansão da produção de grãos no Estado do Pará é notória e os municípios de Belterra e Paragominas destacam-se neste cenário. Nesse contexto, a efetivação do Sistema Plantio Direto na Amazônia, além de possibilitar aumento de produtividade para os produtores, permitirá maior sustentabilidade na agricultura de grãos. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em relação à população de plantas de milho sob Sistema Plantio Direto nos municípios de Belterra e Paragominas, no Estado do Pará. O delineamento experimental utilizado para cada experimento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, correspondendo a 16 tratamentos. Foram combinadas quatro doses de nitrogênio: 0, 60, 120 e 180 kg.ha⁻¹; com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha⁻¹. Foram coletadas 48 amostras de solo para determinação de atributos químicos e 48 amostras de folhas para determinação de macronutrientes. A colheita foi realizada para obtenção da produtividade de grãos. A produtividade alcançada variou de acordo com a dose de nutriente utilizada e não diferiu quanto a densidade de plantas. Tanto no oeste quanto no nordeste paraense há grande potencial para o cultivo de grãos em Sistema Plantio Direto, sendo que em Belterra/PA houve maior produtividade de grãos em relação a Paragominas/PA.

Palavras-chave: Amazônia, fertilizante, nitrogênio, produtividade, *Zea mays*.

ABSTRACT

The expansion of grain production in the state of Pará is notorious and the municipalities of Belterra and Paragominas stand out in this scenario. In this context, the realization of Tillage System in the Amazon, and enable increased productivity for producers, will allow greater sustainability in grain farming. The aim of this study was to evaluate the efficiency of nitrogen fertilization in relation to the population of maize plants under no-tillage system in the municipalities of Belterra and Paragominas, in Para State. The experimental design for each experiment was a randomized block in a factorial 4 x 4, with three replicates, corresponding to 16 treatments. They were combined four nitrogen doses: 0, 60, 120 and 180 kg.ha⁻¹; with four planting densities: 45,000; 55,000; 65,000 and 75,000 plantas.ha⁻¹. 48 soil samples were collected for determination of chemical properties and 48 leaf samples for determination of macronutrients. The harvest was carried out to obtain the grain yield. The achieved yield varied according to the dose nutrient and plants did not differ in density. Both in the west and in the northeast Pará there is great potential for grain crops in no-tillage system, and in Belterra / PA was higher grain yield in relation to Paragominas / PA.

Key-words: Amazon, fertilizer, nitrogen, productivity, *Zea mays*.

LISTA DE TABELAS (Artigo 1)

Tabela 1	Atributos químicos do solo antes da colheita do milho, em função de doses de nitrogênio.	26
Tabela 2	Atributos químicos do solo antes da colheita do milho, em função de densidade de plantio.	26
Tabela 3	Produtividade de grãos de milho por tratamento.	27
Tabela 4	Teores médios de macronutrientes nas folhas do milho na floração, em função de doses de nitrogênio.	28
Tabela 5	Teores médios de macronutrientes nas folhas do milho na floração, em função de densidade de plantio.	30

LISTA DE TABELAS (Artigo 2)

Tabela 1	Atributos químicos do solo depois da colheita do milho, em função de doses de nitrogênio e em função da densidade de plantio (Paragominas, Pa, 2015).	44
Tabela 2	Produtividade de grãos de milho por tratamento (Paragominas, Pa, 2015).	45
Tabela 4	Teores médios de macronutrientes nas folhas do milho na floração, em função de doses de nitrogênio e em função da densidade de plantio (Paragominas, Pa, 2015).	47

LISTA DE FIGURAS (Artigo 1)

Figura 1	Localização do campo experimental no município de Belterra/PA.	21
Figura 2	Dados mensais de temperatura média, precipitação e umidade relativa do ar durante o ano de 2015, em Belterra/PA.	22
Figura 3	Croqui do experimento localizado no município de Belterra/PA, no ano de 2015.	23
Figura 4	Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio, em Belterra/PA.	24
Figura 5	Teor de nitrogênio total nas folhas de milho em função de doses de nitrogênio, em Belterra/PA.	29

LISTA DE FIGURAS (Artigo 2)

Figura 1	Localização do campo experimental (Paragominas, Pa, 2015).	39
Figura 2	Dados mensais de temperatura média, precipitação e umidade relativa do ar (Paragominas, Pa, 2015).	40
Figura 3	Croqui do experimento (Paragominas, Pa, 2015).	41
Figura 4	Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio (Paragominas, Pa, 2015).	43
Figura 5	Teor de nitrogênio total nas folhas de milho em função de doses de nitrogênio (Paragominas, Pa, 2015).	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
1.2	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	15
2	ARTIGO 1 - Avaliação da adubação nitrogenada para o milho sob sistema plantio direto no oeste do Pará	17
	RESUMO	18
	ABSTRACT	19
	INTRODUÇÃO	20
	MATERIAL E MÉTODOS	21
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
	CONCLUSÕES	31
	LITERATURA CITADA	31
3	ARTIGO 2 - Avaliação da adubação nitrogenada para o milho sob sistema plantio direto no nordeste do estado do Pará	35
	RESUMO	36
	ABSTRACT	37
	INTRODUÇÃO	38
	MATERIAL E MÉTODOS	39
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
	CONCLUSÕES	48
	REFERÊNCIAS	48
4	CONCLUSÕES GERAIS	52
	ANEXO A	
	NORMAS DA REVISTA (ARTIGO 1) Revista Brasileira de Ciências Agrárias	53
	ANEXO B	
	NORMAS DA REVISTA (ARTIGO 2) Revista Pesquisa Agropecuária Tropical	60

1. INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas de maior importância econômica e das mais estudadas, devido ao seu alto potencial produtivo e suas diversas formas de utilização, tanto na alimentação humana e animal, como servindo de matéria-prima para a indústria (SOUZA et al., 2012).

É o cereal mais produzido no Brasil, cultivado em cerca de 15,5 milhões de hectares, com produtividade média de 5,255 kg por hectare e produção aproximada de 81,8 milhões de toneladas de grãos, na safra 2014/2015 (CONAB, 2015). No estado do Pará, o aumento de 32,2% da produção de grãos durante a safra 2013/2014 evidenciou a crescente participação do estado no cenário nacional do agronegócio de grãos (CONAB, 2015).

O atual modelo agrícola adotado para a produção de grãos no Brasil e, também, na Amazônia, é baseado no sistema convencional ou sistema tradicional de preparo do solo que, segundo Santiago e Rosseto (2007), caracteriza-se pelo revolvimento de camadas superficiais para reduzir a compactação, incorporação de corretivos e fertilizantes, aumento dos espaços porosos, favorecendo a elevação da permeabilidade e do armazenamento de ar e água.

No entanto, a utilização intensiva de mecanização e de agrotóxicos, somada ao monocultivo, contribui para a degradação do solo com o decorrer dos anos de uso, diminuindo a qualidade edáfica para o cultivo e permitindo eventos como a erosão. Além de favorecer a formação de camadas compactadas, o menor acúmulo de matéria orgânica no solo, redução da atividade biológica, tornando as lavouras gradativamente exigentes em insumos, o que acarreta desequilíbrio e deterioração dos solos.

Assim, o cenário de expansão da produção de grãos no Brasil exige a busca de alternativas sustentáveis de produção, pois o atual modelo agrícola adotado nesse processo acarreta sérios problemas, principalmente para o ambiente. Como alternativa ao sistema convencional, comumente utilizado para produção de grãos, apresenta-se o Sistema Plantio Direto (SPD) como a melhor forma de viabilizar a utilização de áreas antropizadas, degradadas ou não, além de minimizar possíveis impactos sobre a floresta ainda intacta.

O Sistema Plantio Direto compreende um conjunto de técnicas integradas visando a redução de custos, a promoção da sustentabilidade ambiental, permitindo interações biológicas e processos naturais benéficos no solo, melhorando as condições ambientais (água-solo-clima) para explorar da melhor forma possível o potencial genético de produção das culturas em condições tropicais com o menor impacto ambiental possível (FREITAS, 2005). Fundamenta-se na ausência de revolvimento do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas (SALTON et al., 1998).

Esse sistema é composto por um conjunto de tecnologias que permitem melhoria do processo de infiltração e retenção de água no solo, redução da erosão do solo, de perdas de nutrientes e fertilizantes, de ervas daninhas, melhoria de propriedades físicas e químicas do solo, maior acúmulo de matéria orgânica e, portanto, maior longevidade e resposta das culturas cultivadas no sistema (AMADO et al. 2002; BORGHI; CRUSCIOL, 2007; PACHECO et al., 2011).

Além disso, permite a redução do consumo de maquinários e combustíveis fósseis, em relação ao sistema de plantio convencional, o que contribui para a diminuição na emissão de gases de efeito estufa. No Brasil, os solos sob plantio direto têm acumulado matéria orgânica (MO), indicando que esse sistema pode servir como dreno de carbono atmosférico (BAYER et al., 2004).

A efetivação do referido sistema na Amazônia é estratégica, pois é um dos componentes do Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC) lançado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O Programa ABC tem como objetivo incentivar técnicas agropecuárias de baixo impacto ambiental e da alta tecnologia para que reduzam a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e com isso otimizar o uso de recursos naturais e aumentar a eficiência e durabilidade dos sistemas de produção agropecuários (BRASIL, 2012).

O SPD vem sendo praticado há 40 anos no Brasil, consolidando-se como uma tecnologia conservacionista, sendo que em 2012 o seu uso ultrapassou 35 milhões de hectares, predominantemente com cultivos de grãos, como o milho e a soja (CONAB, 2013). No entanto, esse sistema ainda é recente na região norte e possui uma série de lacunas a serem preenchidas

para que seja efetivamente adotado, como a questão da adubação para a produção agrícola.

Para a cultura do milho, o nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade, sendo o que mais frequentemente limita a produtividade de grãos, pois exerce importante função nos processos bioquímicos da planta, como constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (FORNASIERI-FILHO, 2007). Porém, a quantidade de N fornecida pelo solo geralmente não é suficiente para suprir a demanda de nutriente requerida pela cultura, sendo necessário realizar adubação nitrogenada para obter a máxima produtividade.

A uréia é o fertilizante mais utilizado no mundo para o fornecimento de nitrogênio devido ao menor custo, no entanto, o desafio é saber a dose adequada a ser aplicada nas culturas. Esse problema resulta do complexo ciclo do N no ambiente e da elevada solubilidade das principais fontes de fertilizantes nitrogenados (CANTARELLA; MARCELINO, 2008).

Os fertilizantes, além de representarem um custo considerável ao produtor, têm impactos ambientais associados a: lixiviação de nitrato, que pode poluir águas subterrâneas; a eutrofização de rios e lagos; e o aquecimento global, devido às emissões de óxido nitroso derivado da desnitrificação do nitrato e amônio, nitrificação por bactérias do solo e fabricação de fertilizantes nitrogenados (SYLVESTER-BRADLEY; KINDRED, 2009).

Dada a sua importância no ecossistema, o solo ocupa papel de destaque no controle da qualidade do ambiente (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2010). Logo, é de extrema importância promover o aumento da eficiência da fertilização nitrogenada, de acordo com as condições edafoclimáticas da região, de forma a minimizar as perdas de nitrogênio no ambiente e, conseqüentemente, reduzir os impactos ambientais decorrentes de seu uso, além de promover melhorias na produtividade das culturas e possibilitar maior rentabilidade aos produtores da Amazônia.

Uma das práticas culturais que mais interfere no rendimento de grãos de milho é a densidade de plantas, sendo a utilização inadequada da densidade de semeadura um dos motivos para o baixo rendimento médio de grãos da cultura (SILVA et al., 2006; PIANA, 2008). A combinação adequada de

fertilizante e densidade de plantio pode promover o melhor aproveitamento dos insumos utilizados e rendimento da cultura.

A expansão da produção de grãos no Estado do Pará é notória; em 2014/2015, somente de milho foram 218,7 mil hectares de área plantada na safra e safrinha (CONAB, 2016). Os municípios de Belterra e Paragominas destacam-se neste cenário; Belterra faz parte da microrregião de Santarém, parte de um epicentro produtivo recente de grãos onde estão localizadas as unidades de produção, agroindústrias beneficiadoras de grãos e a multinacional Cargill Agrícola S. A. (Cargil) (OLIVEIRA et al., 2012) e Paragominas é o principal produtor paraense de arroz, milho e soja (IBGE, 2013).

Nesse contexto, a efetivação do Sistema Plantio Direto na Amazônia, além de possibilitar aumento de produtividade para os produtores, permitirá maior sustentabilidade na agricultura de grãos. Para tanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em relação à população de plantas de milho sob Sistema Plantio Direto nos municípios de Belterra e Paragominas, no Estado do Pará.

Esta dissertação foi estruturada em 2 (dois) artigos para submissão em periódicos indexados.

O artigo I tem como título: *“Avaliação da adubação nitrogenada para o milho sob Sistema Plantio Direto no oeste do Pará”*, e seguiu as normas da Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Anexo A). O artigo II intitula-se: *“Avaliação da adubação nitrogenada para o milho sob Sistema Plantio Direto no nordeste do estado do Pará”*, e está de acordo com as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Tropical (Anexo B). Contudo, as numerações e margens de páginas seguiram as normas internas de formatação de dissertação do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará.

1. 2 REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

AMADO, T. J. C.; MILNICZUK, 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, MG, v. 26, p. 241-248, 2002.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.677-683, 2004.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/download.pdf>. Acesso em: 01 set. 2015.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.122, p.12-14, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de Grãos**, v.2 – Safra 2014/2015, n.10 Décimo Levantamento Julho/2015. Brasília: Conab, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_08_59_32_boletim_graos_julho_2015.pdf>. Acesso em: 01 de set de 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de Grãos – Safra 2012/2013 – Sexto Levantamento Março/2013**. Brasília: Conab, 2013. 26p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_03_07_10_39_19_levantamento_safras_graos_6.pdf>. Acesso em: 01 de set de 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Séries históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 12 de jan de 2016.

FORNASIERI-FILHO, D. **Manual da cultura do milho**, 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2007. 273 p.

FREITAS, P. L. Sistema plantio direto: conceitos, adoção e fatores limitantes. **Comunicado Técnico, 31**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=839&z=t&o=11>>. Acesso em: 01 set. 2015.

OLIVEIRA, C. M.; SANTANA, A. C.; HOMMA, A. K. O. Os custos de produção e a rentabilidade da soja nos municípios de Santarém e Belterra, estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 43, n. 1, 2012.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; KELLER, M.; CRILL, M.; BELDIN, T. P.; CAMARGO, P. B. Comportamento anual da água no solo sob floresta natural e plantio de grãos em latossolo amarelo na região de Belterra-PA. **Espaço Científico**, Canoas, v. 11, n. 1/2, p. 80-94, 2010.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PIANA, A. T.; SILVA, P. R. F.; BREDEMEIER, C.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; SERPA, M. S.; JANDREY, D. B. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, n. 09, p. 2608-2612, 2008.

SALTON, J. C.; HERNANI, L.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CPAO, 1998. 248p.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Preparo convencional**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_84_22122006154841.html>. Acesso em: 01 set. 2015.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 64p.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TARSITANO, M. A. A.; VALDERRAMA, M. Lucratividade do milho em razão das fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Revista Ceres**, v.59, p.321-329, 2012.

SYLVESTER-BRADLEY, R., KINDRED, D. R., 2009. . Analysing nitrogen responses of cereals to prioritize routes to the improvement of nitrogen use efficiency. **Journal of Experimental Botany**, 60: 1939–1951.

2. ARTIGO 1

Título: Avaliação da adubação nitrogenada para o milho sob sistema plantio direto no oeste do Pará

Autores: Luana Paula Freire de Souza, Manoel Tavares de Paula, Carlos Alberto Costa Veloso, Eduardo Jorge Maklouf Carvalho, Arystides Resende Silva.

Revista: Revista Brasileira de Ciências Agrárias (ISSN: 1981-0997).

Avaliação da adubação nitrogenada para o milho sob sistema plantio direto no oeste do Pará

Luana Paula Freire de Souza¹, Manoel Tavares de Paula¹, Carlos Alberto Costa Veloso²,
Eduardo Jorge Maklouf Carvalho², Arystides Resende Silva²

¹Universidade do Estado do Pará, Trav. Enéas Pinheiro, nº 2626. CEP: 66095-100. Bairro: Marco, Belém-PA, Brasil. Email: luanafreire.agro@hotmail.com; dpaulamt@hotmail.com

²Embrapa Amazônia Oriental, Dr. Enéas Pinheiro, s/nº, Bairro Marco, CEP: 66095-100, Belém, PA, Brasil. Email: carlos.veloso@embrapa.br; eduardo.maklouf@embrapa.br; arystides@cpatu.embrapa.br

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em relação à população de plantas de milho sob o Sistema Plantio Direto no município de Belterra, Pará. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Foram combinadas quatro doses de nitrogênio: 0, 60, 120 e 180 kg.ha⁻¹; com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha⁻¹. Foram coletadas 48 amostras de solo para determinação dos atributos químicos do solo e 48 amostras de folhas para determinação dos teores de N, P, K, Na, Ca e Mg. A colheita foi realizada para obtenção das variáveis da produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de Scott-Knott. Procedeu-se, também, equações de regressão para as variáveis estudadas. As doses de N tiveram efeito significativo sobre a produtividade de grãos, que aumentou de forma linear em relação as doses, com a máxima produtividade correspondente a dose de 180 kg.ha⁻¹. O aumento das doses de nitrogênio promoveu acréscimo linear no teor de N foliar. Não houve influência da densidade de plantio nos resultados da produtividade do milho.

Palavras-chave: fertilizante, nitrogênio, *Zea mays*

Nitrogen fertilization of evaluation for corn under no-tillage system in western Pará

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the efficiency of nitrogen fertilization in relation to the population of maize plants under the no-tillage system in the municipality of Belterra, Pará. The experimental design was a randomized block in a factorial 4 x 4 with three replications. They were combined four nitrogen doses: 0, 60, 120 and 180 kg.ha⁻¹; with four planting densities: 45,000; 55,000; 65,000 and 75,000 plantas.ha⁻¹. They collected 48 soil samples to determine the soil chemical properties and 48 leaf samples for determination of N, P, K, Na, Ca and Mg. The harvest was carried out for the variables of grain yield. The data were submitted to compare averages by the Scott-Knott test. The procedure was also regression equations for the variables studied. The N rates had significant effect on grain yield, which increased linearly with doses with the corresponding maximum productivity dose of 180 kg ha⁻¹. The increase in nitrogen doses promoted linear increase in leaf nitrogen content. There was no influence of planting density on corn yield results.

Key-words: fertilizer, nitrogen, *Zea mays*

INTRODUÇÃO

O milho constitui-se em um dos principais cereais do mundo, sendo que, no Brasil, em virtude de alterações nos manejos e tratos culturais, vem alcançando altas produtividades (Farinelli et al., 2012). Na safra 2014/2015 o estado do Pará foi responsável por 706,8 mil toneladas de grãos de milho da produção nacional (Conab, 2016).

Grandes quantidades de nutrientes são aplicadas via fertilizantes na produção de grãos no Pará. O nitrogênio (N) é o nutriente exigido em maior quantidade e o que mais influencia a produtividade do milho, ainda, é o principal fator que onera o custo de produção desta cultura (Melo et al., 2011). Apesar de sua grande importância, geralmente os solos não suprem a demanda de nutriente requerida pela cultura, sendo necessário realizar a adubação.

Geralmente as recomendações de adubação nitrogenada são baseadas em culturas cultivadas sob sistema convencional, sem considerar o cultivo em Sistema Plantio Direto (SPD) que, segundo Cassol et al. (2007), é um sistema de manejo conservacionista constituído de práticas que envolvem, necessariamente, rotação de culturas, mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura e cobertura permanente do solo.

O N é um dos nutrientes com maiores interações com o ambiente, havendo perdas de N que geram prejuízos econômicos e ambientais, dependentes do tipo de solo, clima, manejo do solo e dos fertilizantes (Cantarella et al., 2010), por isso a importância de alcançar a máxima eficiência do uso desses insumos.

Entre os diversos fatores que influenciam a produtividade, está a busca pelo melhor arranjo de plantas. Na cultura do milho, a melhor distribuição das plantas pode ser conseguida por alterações no espaçamento e na densidade de plantas (Sangoi, 2000).

Considerando as características locais e a escassez de informações nas condições do oeste do Pará, há necessidade de maiores estudos sobre a adequação de doses e práticas de manejo da adubação, para o aumento da eficiência de uso de fertilizantes nitrogenados (Veloso et al., 2012), principalmente diante da expansão do cultivo agrícola de grãos no estado do Pará. Tais estudos permitirão maximizar a eficiência do uso de fertilizantes, especialmente no SPD, diminuindo custos para o produtor e minimizando os impactos ambientais.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em relação à população de plantas de milho sob Sistema Plantio Direto no município de Belterra, no Estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, no município de Belterra, microrregião de Santarém, localizado a 3°7'45,64" S de latitude e 55°3'0,88" W de longitude (Figura 1).

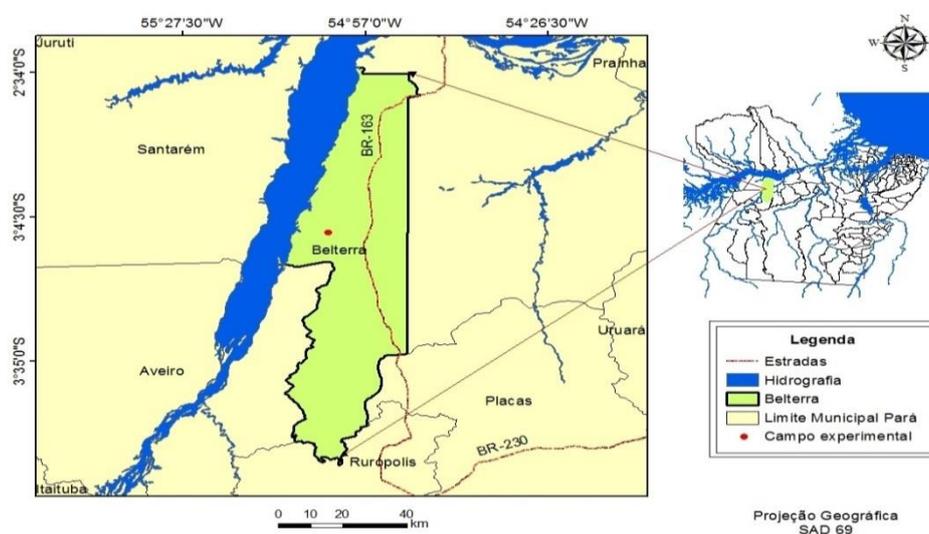
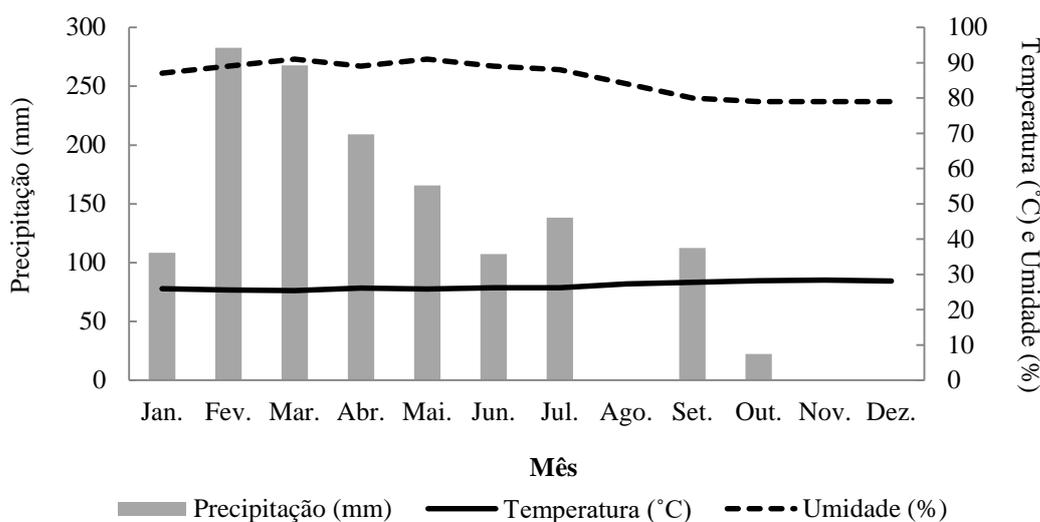


Figura 1. Localização do campo experimental no município de Belterra/PA, no ano de 2015

O solo é classificado como latossolo amarelo distrófico, textura muito argilosa (Embrapa, 2013), com precipitação média de 1.900 mm e altitude de 175 m. Foi realizada a coleta de solo antes do plantio na profundidade de 0 - 20 cm para determinações químicas e físicas do solo, seguindo a metodologia descrita em Embrapa (1997). A análise de solo apresentou as seguintes características de fertilidade: $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 4,6$; $\text{K} = 0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 1,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H} + \text{Al} = 5,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{MO} = 35,0 \text{ g.kg}^{-1}$; $\text{V} = 23,06\%$ e $\text{P} = 3 \text{ mg.dm}^{-3}$; além das seguintes características físicas: areia (20%); silte (22%) e argila (58%).

O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo Am (quente e úmido). Os meses de maior oferta pluvial no período do experimento foram fevereiro a abril (Figura 2), segundo dados obtidos de estação meteorológica convencional (dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET).



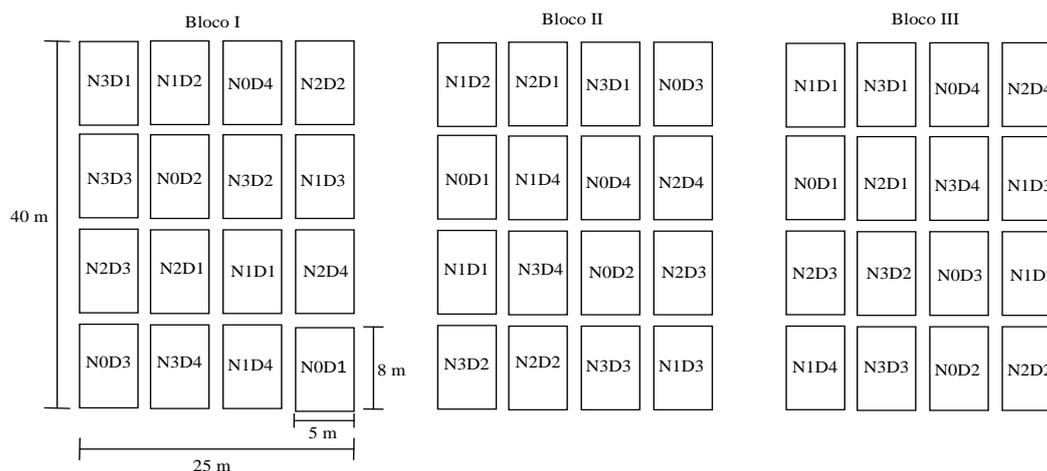
Fonte: INMET.

Figura 2. Dados mensais de temperatura média, precipitação e umidade relativa do ar durante o ano de 2015, em Belterra/PA

Foi realizada adubação de base com aplicação de $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de P_2O_5 e $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K_2O . A calagem foi realizada para a correção da acidez do solo, aplicando-se uma dose de calcário dolomítico (PRNT 90%) para elevar a saturação por bases do solo a 60%, conforme Raij et al. (1996). Logo após o plantio do milho fez-se o plantio de capim braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), visto que o milho foi a primeira cultura do sistema e um dos princípios do SPD é a cobertura permanente do solo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4×4 , com três repetições. Foram combinadas quatro doses de nitrogênio: 0, 60, 120 e $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e $75.000 \text{ plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Utilizou-se 48 parcelas experimentais, distribuídas em três blocos (Figura 3). A área total de cada bloco foi 875 m^2 ($25 \times 35\text{m}$) e de cada parcela experimental 40 m^2 ($5 \times 8\text{m}$), com espaçamento de 0,7 m entre linhas de plantio de 8 m. Foram coletadas 48 amostras de solo na profundidade 0 – 20 cm para determinação dos atributos químicos do solo: pH(H_2O), MO, P, K, Ca, Na, Mg e Al e 48 amostras de folhas para determinação de macronutrientes: N, P, K, Na, Ca e Mg.



Legenda:	N0 = sem adubação	D1 = 45.000 plantas/ha= 24 plantas/linha
	N1 = 60 N + 90 P ₂ O ₅ + 90 K ₂ O	D2 = 55.000 plantas/ha= 32 plantas/linha
	N2 = 120 N + 90 P ₂ O ₅ + 90 K ₂ O	D3 = 65.000 plantas/ha= 40 plantas/linha
	N3 = 180 N + 90 P ₂ O ₅ + 90 K ₂ O	D4 = 75.000 plantas/ha= 48 plantas/linha

Figura 3. Croqui do experimento localizado no município de Belterra/PA, no ano de 2015

O nitrogênio foi aplicado na forma de uréia, em cobertura, 25 % no plantio e 75% após 25 dias. Utilizou-se o híbrido simples AG 7088 PROX, que tem como características ciclo semiprecoce, alta produtividade e estabilidade de produção. A floração teve início em 30/03/2015 e, por ocasião do pleno florescimento, coletou-se 30 folhas opostas e abaixo da espiga retirando-se o terço central, por tratamento. Foram consideradas duas linhas centrais de cada parcela experimental.

A colheita foi realizada manualmente em 10/06/2015, para obtenção da produtividade de grãos. A produtividade foi obtida a partir da pesagem dos grãos oriundos das espigas colhidas na área útil das parcelas, pela extrapolação da produção da área útil da parcela (22,4 m²) para um hectare e a massa de grãos foi corrigida para 13% de umidade. Todas as análises de solo (Embrapa, 1997) e análises de tecido vegetal (Carmo et al., 2000) foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e à comparação de médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011). Também foram realizadas equações de regressão para as variáveis estudadas, em função das doses de nitrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de doses de nitrogênio teve efeito significativo ($p < 0,05$) na produtividade de grãos de milho. A análise de regressão para rendimento do milho em função das doses de nitrogênio mostrou efeito polinomial de primeiro grau para a variável, com a maior produtividade correspondente a dose de 180 kg de N (Figura 4). A equação que melhor se ajustou apresentou coeficiente de determinação R^2 de 0,87 indicando que 87% da variação do rendimento do milho em função das doses de nitrogênio são explicados pela equação.

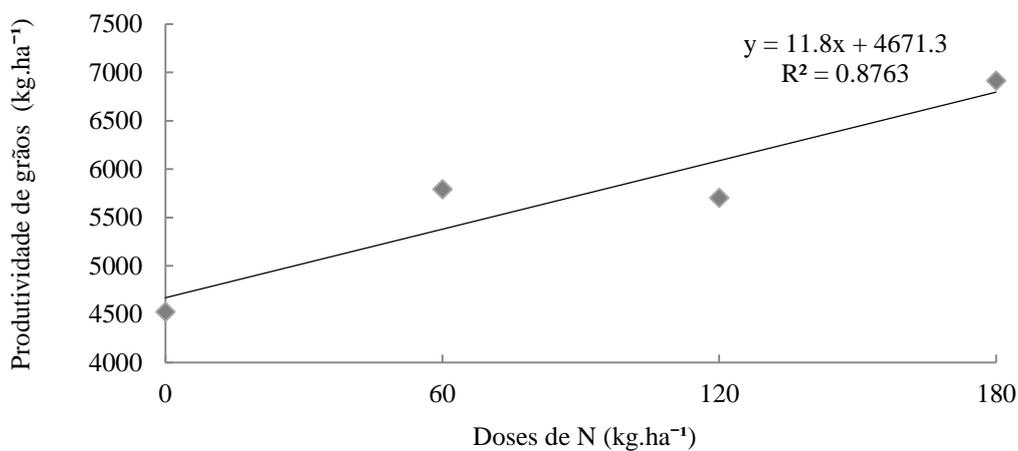


Figura 4. Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio, em Belterra/PA

Na dose de 180 kg de N foi necessário aproximadamente 26 kg de N para produção de 1.000 kg de grãos de milho. Ressalta-se que a maior dose de N avaliada no estudo é superior a dose máxima de N (100 kg.ha⁻¹) recomendada para a cultura do milho no estado do Pará, conforme descrito por Cravo et al. (2007), o que indica que possivelmente devido as diferenças de condições climáticas e tipo de solo a dose que proporciona o melhor desempenho do milho pode variar.

O incremento na produtividade apresentou efeito linear crescente com o aumento das doses de nitrogênio, demonstrando que esse híbrido pode responder a doses maiores do que as utilizadas neste estudo. O mesmo efeito linear foi observado em outros estudos (Gomes et al., 2007; Kappes et al., 2014; Queiroz et al., 2011; Veloso et al., 2012). O aumento da produtividade de grãos com elevação das doses pode estar relacionado a liberação de nitrogênio já existente no solo com aplicação do nutriente ou, de acordo com Queiroz et al. (2011), devido a utilização de altas doses de P e K, aplicadas como adubação básica, poder propiciar melhor aproveitamento do N presente no solo.

Ao estudar o efeito das doses de 0 a 150 kg.ha⁻¹ de N, em SPD no estado de Mato Grosso do Sul, Kappes et al. (2014) obtiveram produtividade máxima de 9.846 kg.ha⁻¹ com a dose de 100 kg.ha⁻¹. Gomes et al. (2007) também utilizando doses de 0 a 150 kg.ha⁻¹ em milho sob SPD no estado de Goiás, obtiveram máximo rendimento de 7.012 kg.ha⁻¹ de grãos de milho.

Ao avaliar doses de nitrogênio de 0 a 120 kg.ha⁻¹ em latossolo amarelo distrófico no município de Belterra/PA, Veloso et al. (2012) observaram que a produtividade aumentou de forma linear em relação às doses de N aplicadas, sendo a máxima produtividade obtida com a maior dose. Queiroz et al. (2011), ao aplicar doses de 0 a 160 kg.ha⁻¹ em área de cultivo de cinco anos, sendo os dois últimos com cultivo mínimo e plantio de milho sobre milho, também obtiveram efeito linear crescente para produtividade de grãos.

No entanto, resultados diferentes foram obtidos por Ferreira et al. (2009) que, em milho cultivado sobre palhada de aveia-preta no estado do Paraná, observaram decréscimo na produtividade da cultura do milho com doses superiores a 165 kg.ha⁻¹ de N e Silva et al. (2005), que ao analisar doses de N (0, 60, 120 e 180 kg.ha⁻¹) aplicadas em diferentes épocas em SPD no Mato Grosso do Sul, concluíram que a dose de 166 kg.ha⁻¹ proporcionou a máxima eficiência (7.475 kg.ha⁻¹). Utilizando doses de nitrogênio de 0 a 200 kg.ha⁻¹ no milho em SPD de seis anos no Maranhão, Melo et al. (2011) alcançaram o máximo rendimento de grãos de milho com a dose de 120 kg.ha⁻¹.

Ao avaliar a produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo em São Paulo, Farinelli & Lemos (2010) verificaram que a máxima produtividade de grãos foi obtida com a estimativa de 92 kg.ha⁻¹ de N em cobertura, e que os maiores ganhos na produção de grãos por kg de N aplicado ocorreram no SPD em relação ao sistema convencional.

Com a dose mínima de nutriente utilizada neste estudo (60 kg.ha⁻¹) obteve-se produtividade de 5.791,9 kg.ha⁻¹ de grãos de milho (Tabela 3), valor que supera a média do estado do Pará, de apenas 3.232 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016) e ultrapassa a média nacional de 5.396 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016).

A produtividade média obtida no tratamento em que não houve aplicação de nitrogênio foi 4.524,6 kg.ha⁻¹ de grãos de milho, o que demonstra haver disponibilidade de N no solo proveniente de matéria orgânica (MO) no mesmo (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos do solo antes da colheita do milho, em função de doses de nitrogênio

Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	Atributos químicos solo								
	N	MO	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al
	%	g/kg	água	-----mg/dm ³ -----			-----cmolc/dm ³ -----		
0	0,18 a	46,69 a	5,03 a	8,67 a	27,42 a	3,25 a	4,78 a	1,32 a	0,27 a
60	0,18 a	53,05 a	5,12 a	4,58 a	26,58 a	2,92 a	4,03 a	1,51 a	0,23 a
120	0,19 a	41,04 a	5,15 a	6,42 a	29,25 a	4,00 a	4,03 a	1,71 a	0,23 a
180	0,19 a	50,43 a	4,92 a	4,92 a	32,83 a	4,33 a	6,32 b	1,41 a	0,33 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

De forma simplificada, considera-se que quanto maior o teor de MO do solo, maior será a quantidade de N disponível para o milho (Fontoura & Bayer, 2009). Segundo Fornasieri-Filho (2007), um solo com teor de 27 g.dm⁻³ de MO na camada de 0 - 20 cm, teoricamente é capaz de fornecer o equivalente a 54 kg.ha⁻¹ de N, considerando uma taxa média de mineralização de 2% do N orgânico durante o ciclo da cultura, o que possibilita obter 2.700 kg.ha⁻¹ de grãos de milho.

Quanto a fertilidade, não foi encontrado nenhum fator limitante ao desenvolvimento da cultura. Observou-se melhoria da fertilidade do solo com os tratamentos (Tabelas 1 e 2) em relação aos resultados da análise antes da instalação do experimento.

Tabela 2. Atributos químicos do solo antes da colheita do milho, em função de densidade de plantio

Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)	Atributos químicos solo								
	N	MO	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al
	%	g/kg	água	-----mg/dm ³ -----			-----cmolc/dm ³ -----		
45.000	0,19 a	54,38 a	5,10 a	5,75 a	31,25 a	3,50 a	3,92 a	1,62 a	0,23 a
55.000	0,17 a	46,09 a	4,98 a	7,00 a	29,25 a	3,42 a	4,71 a	1,39 a	0,34 a
65.000	0,19 a	46,47 a	4,97 a	4,58 a	29,33 a	3,50 a	5,13 a	1,34 a	0,29 a
75.000	0,19 a	44,09 a	5,16 a	7,25 a	26,25 a	4,08 a	5,41 a	1,59 a	0,19 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

De maneira geral, também houve boas condições climáticas durante a condução do experimento, visto que, de acordo com Cruz et al. (2010) a quantidade de água consumida pela planta de milho durante seu ciclo está em torno de 600 mm, assim como a temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura, da emergência à floração, está compreendida entre 24 e 30°C.

O aumento de produtividade com o incremento nas doses de nitrogênio justifica que há a necessidade de suprimento desse nutriente, pois a disponibilidade insuficiente de nitrogênio pode reduzir a diferenciação do número de óvulos nos primórdios da espiga e, com isso, afetar negativamente a produtividade (Ernani et al., 2005), já que a liberação de nitrogênio por meio da mineralização no sistema plantio direto é lenta e dependente da cultura antecessora e da disponibilidade hídrica (Kappes, 2014).

Conforme Mendes et al. (2011), há interação entre a adubação nitrogenada e a densidade de plantas sobre os caracteres agrônômicos da cultura do milho, sendo que esses fatores são influenciados pela escolha do híbrido. A população recomendada para maximizar a produtividade de grãos de milho varia de 40.000 a 80.000 plantas por hectare (Cruz et al., 2010).

No entanto, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das densidades de plantio adotadas neste estudo (Tabela 3) e não houve interação entre doses de nitrogênio e densidade de plantio em relação a produtividade de grãos ($p > 0,05$).

Tabela 3. Produtividade de grãos de milho por tratamento

Tratamentos Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)				Médias
	45.000	55.000	65.000	75.000	
0	5181,53 Aa	4046,17 Ab	4245,59 Ab	4624,97 Bb	4524,56 C
60	7480,55 Aa	5687,60 Aa	5341,29 Aa	4658,08 Ba	5791,88 B
120	5457,02 Aa	5487,75 Ab	5714,82 Ab	6151,27 Ab	5702,72 B
180	6591,29 Aa	7060,75 Ab	7039,22 Ab	6966,13 Ab	6914,35 A
Médias	6177,60 a	5570,57 a	5585,23 a	5600,11 a	
CV (%) = 19,83					

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Independente da interação entre doses de nitrogênio e densidade de plantio ser significativa procedeu-se aos desdobramentos doses dentro de densidades e densidades dentro de doses, visto que, segundo Banzato & Kronka (1990), quando se aplica um teste F em uma análise de variância para tratamentos com mais de um grau de liberdade, pode-se obter informações muito gerais, relacionadas ao comportamento médio dos tratamentos, representando um teste de diversas comparações independentes.

Na densidade de 45.000 plantas.ha⁻¹, a produtividade de grãos obtida pela combinação com a dose de 60 N sobressaiu-se às demais, seguida da combinação com 180 N. Na densidade de 55.000 plantas.ha⁻¹, assim como nas densidades 65.000 e

75.000 plantas.ha⁻¹, observa-se a tendência de aumento da produtividade com elevação das doses. Na densidade 55.000 plantas.ha⁻¹ a combinação com a dose 180 N proporcionou um aumento de 3.014,6 kg de grãos em relação a combinação desta densidade com a dose 0 N. Na densidade de 65.000 plantas.ha⁻¹ essa diferença foi de 2.793,6 kg de grãos, enquanto com 75.000 plantas.ha⁻¹ esse aumento foi de 2.341,2 kg de grãos de milho por hectare.

Gross et al. (2005), no cultivo de milho sob SPD em Minas Gerais, ao avaliar densidade de 55, 70 e 85 mil plantas por hectare também não encontrou influência significativa da densidade sobre a produtividade de grãos. Contudo, o resultado obtido neste estudo difere do encontrado por Alvarez et al. (2006) que, ao aumentarem a densidade de 55.000 para 75.000 plantas.ha⁻¹, obtiveram acréscimo na produtividade de grãos independente do ano de cultivo, do espaçamento entre fileiras e da cultivar utilizada.

O aumento da densidade populacional na cultura do milho é um dos fatores que pode contribuir para a correta exploração do ambiente e do genótipo, entretanto, pode provocar maior competição entre plantas por nutrientes, água, luz e CO₂, sendo a disponibilidade dos dois primeiros o que oferece maior limitação para o emprego de grandes populações (Von Pinho et al., 2008), o que resulta em menores rendimentos da cultura.

A concentração de N no tecido foliar de milho neste estudo não foi influenciada significativamente pelas diferentes doses de N ($p > 0,05$), no entanto, variou de 24,67 a 25,75 g. kg⁻¹ aumentando linearmente conforme a dose de nutriente (Tabela 4).

Tabela 4. Teores médios de macronutrientes nas folhas do milho na floração, em função de doses de nitrogênio

Dose de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	Teor foliar				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g.kg ⁻¹ -----				
0	24,67 a	1,62 a	89,35 a	6,17 a	2,76 a
60	25,03 a	1,84 a	113,28 a	6,77 b	2,68 a
120	25,48 a	1,87 a	102,87 a	6,79 b	2,78 a
180	25,75 a	1,90 a	98,83 a	5,76 a	2,42 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O incremento do teor de N foliar com a elevação das doses de N também foi verificado em outros trabalhos, como no de Andrade et al. (2014), que utilizando doses de nitrogênio de 0 a 200 kg.ha⁻¹, obtiveram o maior acúmulo de N nas folhas com a última dose, no entanto, as maiores produtividades foram verificadas com a aplicação de 130 a 145 kg de N (Figura 5).

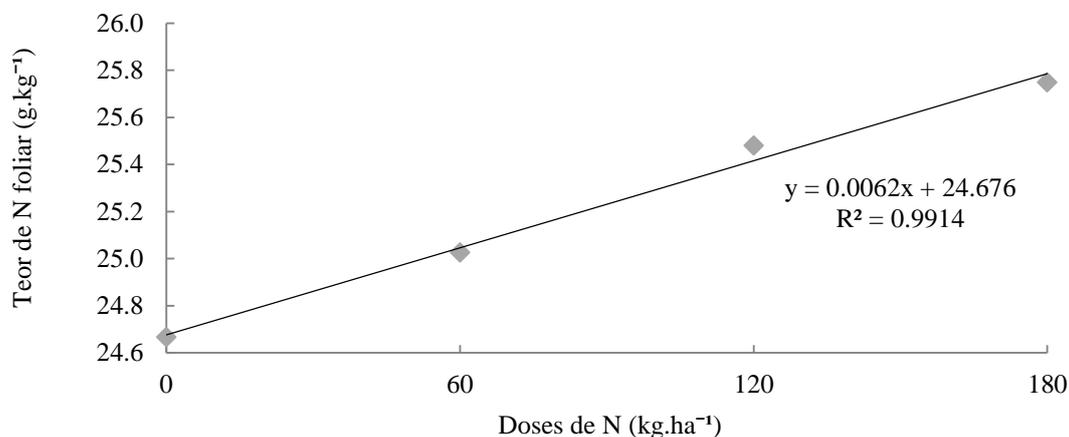


Figura 5. Teor de nitrogênio total nas folhas de milho, em função de doses de nitrogênio, em Belterra/PA

Os valores referentes ao teor de N nas folhas estão abaixo do considerado adequado para a cultura (27 a 35 g de N. kg⁻¹ de matéria seca) segundo as recomendações de Raij (2011), o que permite inferir que se o teor de N nas folhas estivesse dentro da faixa considerada adequada seria possível obter produtividades ainda maiores do que as encontradas neste estudo.

Ao avaliar doses de N de 40 a 340 kg.ha⁻¹, Santos et al. (2013) verificaram que os teores foliares de N variaram de 25,1 a 30,1 g.kg⁻¹ e as maiores produtividade de grãos de milho foram alcançadas com as doses de 316 e 340 kg.ha⁻¹, respectivamente, para sistema plantio direto e sistema de preparo convencional do solo.

As diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura não afetaram significativamente os teores foliares de N, P, K e Mg (Tabela 4), apenas o teor de Ca diferiu significativamente. Possivelmente, o suprimento de nitrogênio às plantas por parte da reserva do solo (MO) fez com que houvesse menor discrepância nos teores de N entre os tratamentos (Kaneko et al., 2010).

Percebeu-se uma relação positiva entre a quantidade de N presente nas folhas e a produtividade de grãos, visto que, onde houve maior acúmulo de nitrogênio nas folhas, ocorreram as maiores produtividades. Apenas o teor foliar de K diferiu significativamente quanto a densidade de plantio adotado, sendo o maior teor encontrado com a densidade de 55.000 plantas.ha⁻¹ (Tabela 5).

Tabela 5. Teores médios de macronutrientes nas folhas do milho na floração, em função da densidade de plantio

Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)	Teor foliar				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g.kg ⁻¹ -----				
45.000	25,03 a	1,88 a	104,49 b	6,79 a	2,76 a
55.000	25,57 a	1,63 a	81,37 a	6,32 a	2,53 a
65.000	24,91 a	1,78 a	104,03 b	6,31 a	2,65 a
75.000	25,42 a	1,95 a	114,43 b	6,06 a	2,70 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Nos primeiros cinco anos sob SPD, a exigência de nitrogênio é alta em função da imobilização desse nutriente na palhada das culturas (Anghinoni, 2007), no entanto, com a continuidade do sistema e sua estabilização a disponibilidade de nutriente para as plantas aumenta, assim como a qualidade do solo e as vantagens atreladas a isto, diminuindo consideravelmente a exigência de nitrogênio e, conseqüentemente, a necessidade de adubação.

De acordo com Kurihara et al. (1998) em sistema de plantio direto, após quatro anos, observa-se acúmulo de nutrientes nas camadas superficiais do solo, principalmente nos primeiros cinco centímetros. Como esta pesquisa ocorreu no primeiro ano de implantação do SPD, esperam-se melhores resultados para os cultivos nos anos posteriores.

Considerando a equação obtida para estimar a produtividade de grãos, com uma dose de nitrogênio de 250 kg.ha⁻¹ seria possível obter aproximadamente 7.621,3 kg. ha⁻¹ de grãos de milho, com a mesma dose de nutriente Santos et al. (2013) obtiveram produtividade média de 13.000 kg.ha⁻¹ em SPD de cinco anos, o que evidencia o potencial deste tipo de sistema a longo prazo.

Vale destacar que as variações nos resultados dos experimentos de adubação nitrogenada no milho decorrem da diversidade de condições edafoclimáticas que ocorrem no país (fatores bióticos e abióticos), das distintas condições em que cada estudo é desenvolvido (Okumura, 2011). Outro fator importante que estaria afetando a eficiência da adubação nitrogenada nos ensaios seria as diferenças genéticas dos materiais (Okumura, 2011).

Apesar das variações nos resultados de trabalhos com adubação nitrogenada, pode-se dizer que a região oeste do Estado do Pará apresenta grande potencial para cultivo de grãos sob SPD, especialmente milho, a cultura utilizada neste estudo. No

entanto, os valores de produtividade de grãos de milho obtidos ainda são baixos em relação a produtividades alcançadas em outras regiões do país com o mesmo tipo de sistema, tais como centro-oeste e sudeste.

CONCLUSÕES

As doses de N tiveram efeito significativo sobre a produtividade de grãos, que aumentou de forma linear em relação as doses, com a máxima produtividade correspondente a dose de 180 kg.ha⁻¹. O aumento das doses de nitrogênio promoveu acréscimo linear no teor de N foliar. Não houve influência da densidade de plantio nos resultados da produtividade do milho.

LITERATURA CITADA

Alvarez, C. G. D.; Pinho, R. G.; Borges, I. D. Avaliação de características agrônomicas e de produção de forragens e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 3, p. 402-408, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000300003>>.

Andrade, F. R.; Petter, F. A.; Nóbrega, J. C. A.; Pacheco L. P.; Zuffo, A. M. Desempenho agrônômico do milho a doses e épocas de aplicação de nitrogênio no cerrado piauiense. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 57, n. 4, p. 358-366, 2014. <[https://periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=ajaes&page=article&op=view&path\[\]=1295](https://periodicos.ufra.edu.br/index.php?journal=ajaes&page=article&op=view&path[]=1295)>.

Anghinoni, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: Novais, R. F.; Alvares V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. (Ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.873-928.

Banzatto, A. D.; Kronka, S. N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal, FUNEP, 1990. 247p.

Cantarella, H.; Montezano, F. Z. Nitrogênio e Enxofre. In: Prochnow, L. I; Casarin, V.; Stripp, S. R. *Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes*. Piracicaba: IPNI, 2010. v.2, p1-46. <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/3F77E1CD143BB9F283257A8F0060D281/\\$FILE/Page1-16-131.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/3F77E1CD143BB9F283257A8F0060D281/$FILE/Page1-16-131.pdf)>.

Carmo, C. A. F. S.; Araujo, W. S.; Bernardi, A. C. C.; Saldanha, M. F. C. *Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p. Circular Técnica, 6.

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/62212/1/Metodo-de-analise-de-tecido.pdf>>.

Cassol, E. A.; Denardin, J. E.; Kochhann, R. A. Sistema plantio direto: Evolução e implicações sobre a conservação do solo e da água. In: Ceretta, C. A.; Silva, L. S.; Reichert, J. M. (ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.5, p.333-370, 2007. <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/841141>>.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Safra brasileira: grãos, 10º levantamento. Brasília: Conab, 2015. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_09_08_59_32_boletim_graos_julho_2015.pdf>.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Séries históricas. Brasília: Conab, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos>.

Cravo, M. S.; Silveira Filho, A.; Rodrigues, J. E. L.; Veloso, C. A. C. Milho. In: Cravo, M. S.; Viégas, I. J. M.; Brasil, E. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p.153-155.

Cruz, J. C.; Filho, I. A. P.; Alvarenga, R. C.; Neto, M. M. G.; Viana, J. H. M., Oliveira, M. F., Mantragolo, W. J. R., Filho, M. R. A. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção. Versão Eletrônica. 6. ed. set./2010. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/manejomilho.htm>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

Ernani, P. R.; Sangoi, L.; Lech, V. A.; Rampazzo, C. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. Ciência Rural, Santa Maria, v. 35, p. 360-365, 2005. <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33135217>>.

Farinelli, R.; Penariol, F. G.; Fornasieri Filho, D. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. Científica, v. 40, n. 1, p. 21-27, 2012. <<http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/325>>.

Farinelli, R.; Lemos, L. B. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.2, p.135-146, 2010.

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104381/1/Produtividade-eficiencia.pdf>>.

Ferreira, A. O.; Sá, J. C. M.; Briedis, C.; Figueiredo, A. G. Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 173-179, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000200009>>.

Fontoura, S. M. V.; Bayer, C. Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1721-1732, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000600021>>.

Fornasieri Filho, D. *Manual da cultura do milho*. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

Gomes, R. F.; Silva, A. G.; Assis, R. L.; Pires, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.931-938, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500010>>.

Gross, M. R.; Von Pinho, R. G.; Brito, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000300001>>.

Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011. <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6>>.

Kaneko, F. H.; Arf, O.; Gitti, D. C.; Arf, M. V.; Chioderoli, C. A.; Kappes, C. Manejo do solo e do nitrogênio em milho cultivado em espaçamentos reduzido e tradicional. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 3, p. 677-686, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n3/20.pdf>>.

Kappes, C.; Arf, O.; Edjair Augusto Dal Bem, E. A.; Portugal, J. R.; Gonzaga, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.13, n.2, p. 201-217, 2014. <<http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p201-217>>.

Kurihara, C. H.; Fabrício, A. C.; Pitol, C.; Staut, L. A.; Kichel, A. N.; Macedo, M. C. M.; Zimmer, A. H.; Wietholter, S. Adubação. In: SALTON, J. C. *Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a embrapa responde*. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p. 21-36.

Melo, F. De B.; Corá, J. E.; Cardoso, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 27-31, 2011. <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/885332>>.

Mendes, M. C.; Rossi, E. S.; Faria, M. V.; Albuquerque, C. J. B.; Rosário, J. G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no

centro-sul do Paraná. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.4, n.2, p.176–192, 2011. <http://www.unicentroagronomia.com/destino_arquivo/artigo_1_-_professor_marcelo_cruz.pdf>.

Okumura, R. S.; Mariano, D. C.; Zaccheo, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.4, n.2, p.226–244, 2011. <https://www.researchgate.net/publication/276186047_Uso_de_fertilizante_nitrogenado_na_cultura_do_milho_uma_revisao>.

Queiroz, A. M.; Souza, C. H. E., Machado, V. J., Lana, R. M. Q.; Korndorfer, G. H.; Silva, A. A. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.3, p. 257-266, 2011. <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/355>>.

Raij, B. Van.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. Boletim Técnico, 100).

Raij, B. Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

Sangoi, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. Ciência Rural, v.31, p. 159-168, 2000. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782001000100027>>.

Santos, L. P. D.; Aquino, L. A.; Nunes, P. H. M. P; Xavier, F. O. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.3, p. 270-279, 2013. <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/viewArticle/449>>.

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, v.29, p.353-362, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000300005>>.

Veloso, C. A. C.; Franzini, V. I.; Silva, A. R. B. ; Silva, A. R. Adubação nitrogenada no milho no oeste do estado do Pará. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 84). 2012. <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/956808>>.

Von Pinho, R. G., Gross, M. R., Steola, A. G., Mendes, M. C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins. Bragantia, 67(03), 733-739, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000300023>>.

3. ARTIGO 2

Título: Avaliação da adubação nitrogenada para o milho sob sistema plantio direto no nordeste do Estado do Pará

Autores: Luana Paula Freire de Souza, Manoel Tavares de Paula, Carlos Alberto Costa Veloso, Eduardo Jorge Maklouf Carvalho, Arystides Resende Silva.

Revista: Pesquisa Agropecuária Tropical (ISSN: 1983-4063).

1 **Avaliação da adubação nitrogenada para o milho sob sistema plantio direto no**
2 **nordeste do estado do Pará**

3 Luana Paula Freire de Souza¹, Manoel Tavares de Paula², Carlos Alberto Costa Veloso³,
4 Eduardo Jorge Maklouf Carvalho³, Arystides Resende Silva³

5
6 **RESUMO**

7 O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em relação à
8 população de plantas de milho sob o Sistema Plantio Direto no município de
9 Paragominas, no Estado do Pará. O delineamento experimental utilizado foi em blocos
10 casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Foram combinadas quatro
11 doses de nitrogênio: 0, 60, 120 e 180 kg.ha⁻¹; com quatro densidades de plantio: 45.000;
12 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha⁻¹. Foram coletadas 48 amostras de solo para
13 determinação de atributos químicos do solo e 48 amostras de folhas para determinação
14 de macronutrientes. Os dados foram submetidos à comparação de médias pelo teste de
15 Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Procedeu-se, também, equações de regressão para
16 as variáveis estudadas, em função das doses de nitrogênio. A maior produtividade de
17 grãos foi alcançada com a dose de 180 kg.ha⁻¹ de N e não houve influência significativa
18 da densidade de plantio sobre a produtividade de grãos de milho. No entanto, a
19 combinação 65.000 plantas.ha⁻¹ com a dose 180 N obteve a maior produtividade de
20 grãos.

21 **Palavras-chave:** Fertilizante, nitrogênio, *Zea mays*.

22
23 ¹ Universidade do Estado do Pará, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Belém, PA,
24 Brasil. *Emails:* luanafreire.agro@hotmail.com; dpaulamt@hotmail.com

25 ² Embrapa Amazônia Oriental, Departamento de Solos, Belém, PA, Brasil. *Emails:*
26 carlos.veloso@embrapa.br; eduardo.maklouf@embrapa.br; arystides@cpatu.embrapa.br

Nitrogen fertilization of evaluation for corn under no-tillage system in northeast

Pará state

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the efficiency of nitrogen fertilization in relation to the population of maize plants under the no-tillage system in the municipality of Paragominas, in Para State. The experimental design was a randomized block in a factorial 4 x 4, with three replications. They were combined four nitrogen doses: 0, 60, 120 and 180 kg.ha⁻¹; with four planting densities: 45,000; 55,000; 65,000 and 75,000 plantas.ha⁻¹. They collected 48 soil samples to determine soil chemical properties and 48 leaf samples for determination of macronutrients. The data were submitted to compare averages by the Scott-Knott test at 5% probability. The procedure was also regression equations for the variables, depending on the nitrogen levels. The highest grain yield was achieved at a dose of 180 kg.ha⁻¹ N and there was no significant influence of planting density on yield of corn grain. However, the combination 65,000 plants.ha⁻¹ to 180 N dose had the highest grain yield.

Key-words: Fertilizer, nitrogen, *Zea mays*.

1 INTRODUÇÃO

2 O milho (*Zea mays* L.) desempenha papel fundamental na agricultura brasileira
3 tanto do ponto de vista econômico, em função da extensa cadeia produtiva e por ser uma
4 commodity em ascensão no mercado internacional, como do ponto de vista agrônomo,
5 compondo o sistema de rotação de culturas (Bono et al. 2008).

6 Devido à grande quantidade absorvida pela cultura, o nitrogênio (N) é
7 considerado o nutriente que mais frequentemente limita a produtividade de grãos, além
8 de onerar demasiadamente os custos de produção (Malavolta 2006). O N se caracteriza
9 por possuir um dos maiores índices de perdas, as quais podem ocorrer por lixiviação,
10 escoamento superficial, erosão, volatilização de amônia e desnitrificação (Queiroz et al.
11 2011).

12 Nesse aspecto, é necessário buscar técnicas que possibilitem a redução das
13 perdas, aumentando a eficiência da fertilização com nitrogênio e, conseqüentemente, a
14 produtividade da cultura (Kappes et al. 2009).

15 Como alternativa aos tradicionais sistemas de produção, o Sistema Plantio
16 Direto (SPD) assume grande importância por se constituir em maneira racional de
17 cultivo, uma vez que atenua problemas como erosão, desestruturação do solo, perdas de
18 nutrientes e desequilíbrio da macro e microfaunas (Kaneko et al. 2010). É um sistema
19 de manejo conservacionista constituído de práticas que envolvem, necessariamente,
20 rotação de culturas, mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura e
21 cobertura permanente do solo (Cassol et al. 2007).

22 A obtenção de modelos que fomentam o diagnóstico da fertilidade do solo
23 associado à recomendação de doses econômicas e ambientalmente corretas de
24 fertilizantes para as diferentes culturas e tipos de solo ainda é complexa (Rheinheimer et
25 al. 2007). O milho, apesar de ser uma cultura importante para diferentes regiões do

1 Brasil, apresenta particularidades no manejo em relação aos diferentes climas (Silva et
2 al. 2012).

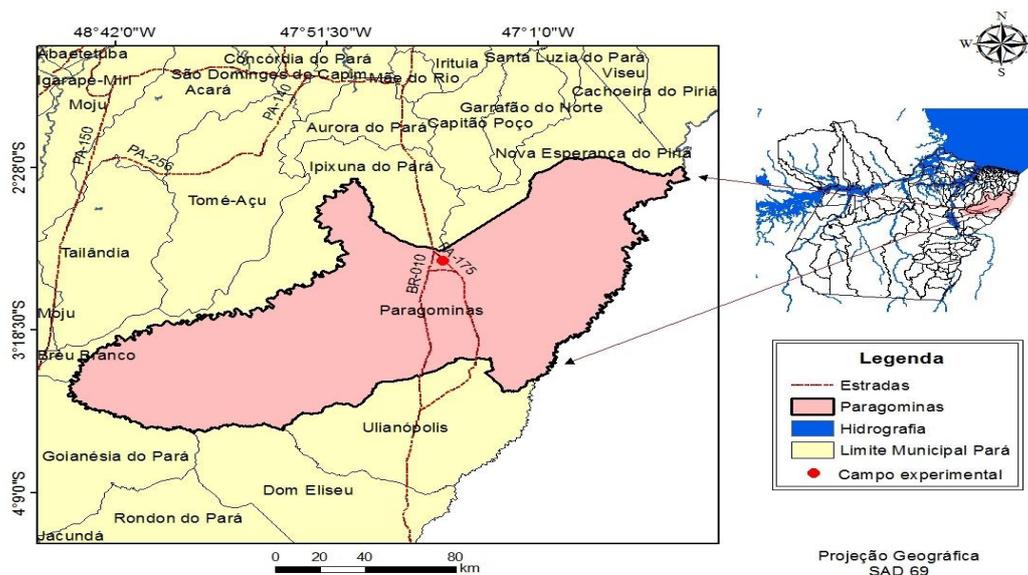
3 Logo, há necessidade de estudos regionais devido às interações que ocorrem
4 entre as plantas de milho e o ambiente (Melo et al. 2011), para gerar informações
5 quanto a adequação de doses e práticas de manejo da adubação, especialmente em
6 Sistema Plantio Direto, visando contribuir para a sustentabilidade da agricultura de
7 grãos na região amazônica.

8 Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência da adubação
9 nitrogenada em relação à população de plantas de milho sob Sistema Plantio Direto no
10 município de Paragominas, no Estado do Pará.

11

12 MATERIAL E MÉTODOS

13 O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia
14 Oriental, no município de Paragominas, nordeste do Estado do Pará, a uma altitude de
15 89 metros, a $2^{\circ}57'31,28''$ S de latitude e $47^{\circ}23'11,84''$ W de longitude (Figura 1).



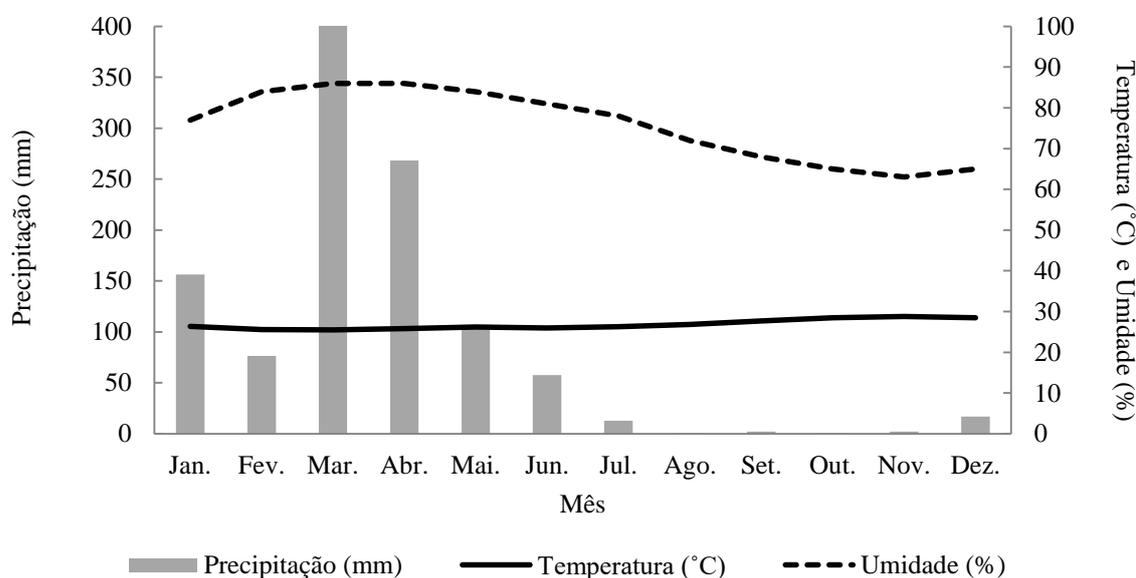
16

17 Figura 1. Localização do campo experimental (Paragominas, PA, 2015).

18

1 O clima do local, segundo classificação de Koppen, é do tipo Awi, o que
 2 corresponde a um clima tropical chuvoso com estação seca bem definida (Bastos et al.
 3 2005), a precipitação varia em torno de 1800 mm e a temperatura média anual é 26,5°C.

4 A maior oferta pluvial ocorre entre os meses de dezembro a maio, com médias
 5 mensais variando entre 150 e 400 mm, destaca-se que o mês de março apresenta o maior
 6 índice pluvial (Martorano et al. 2011), o que é possível observar no gráfico abaixo
 7 (Figura 2), cujos dados foram obtidos de estação meteorológica automática (dados
 8 fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET).



9

10 Fonte: INMET.

11 Figura 2. Dados mensais de precipitação, temperatura média e umidade relativa (Paragominas, PA, 2015).

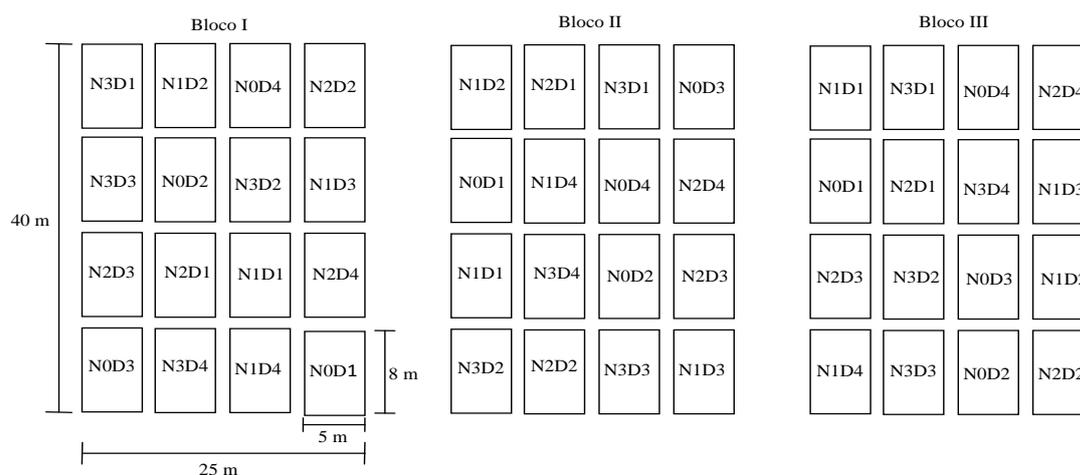
12

13 O solo é classificado como latossolo amarelo distrófico, textura argilosa
 14 (Embrapa 2013). A análise de solo apresentou as seguintes características de fertilidade:
 15 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 5,5$; $\text{K} = 0,55 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 4,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; H
 16 $+ \text{Al} = 4,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 10,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{MO} = 39,0 \text{ g.kg}^{-1}$; $\text{V} = 57\%$ e $\text{P} =$
 17 $7,1 \text{ mg.dm}^{-3}$, além das seguintes características físicas: areia (5%); silte (24%) e argila
 18 (71%).

1 Havia anteriormente na área mata secundária (8 a 10 anos). Foram realizadas
 2 adubação de base de $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de P_2O_5 e $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O e calagem para a correção
 3 da acidez do solo, aplicando-se calcário dolomítico (PRNT 90%) para elevar a saturação
 4 por bases do solo a 60%, conforme Raij et al. (1996). Fez-se também, o plantio de
 5 capim braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) logo após o plantio do milho para a cobertura
 6 do solo. Na semana que antecedeu a semeadura do milho, as plantas daninhas presentes
 7 na área foram dessecadas com o herbicida Atrazina.

8 O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4
 9 x 4, com três repetições. Foram combinadas quatro doses de nitrogênio: 0, 60, 120 e 180
 10 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas. ha^{-1} .

11 Foram utilizadas 48 parcelas experimentais, distribuídas em três blocos. A área
 12 de cada bloco foi 875 m^2 e cada parcela experimental correspondeu a 40 m^2 , com
 13 espaçamento de 0,7 m entre linhas de plantio de 8 m (Figura 3). Foram coletadas 48
 14 amostras de solo na profundidade 0 – 20 cm para determinação de atributos químicos do
 15 solo: pH (H_2O), MO, P, K, Ca, Na, Mg e Al e 48 amostras de folhas para determinação
 16 de macronutrientes: N, P, K, Na, Ca e Mg.



17
 18
 19
 20
 21
 22
 23

Legenda: N0 = sem adubação
 N1 = 60 N + 90 P_2O_5 + 90 K_2O
 N2 = 120 N + 90 P_2O_5 + 90 K_2O
 N3 = 180 N + 90 P_2O_5 + 90 K_2O
 D1 = 45.000 plantas/ha= 24 plantas/linha
 D2 = 55.000 plantas/ha= 32 plantas/linha
 D3 = 65.000 plantas/ha= 40 plantas/linha
 D4 = 75.000 plantas/ha= 48 plantas/linha

Figura 3. Croqui do experimento (Paragominas, Pa, 2015).

1 O nitrogênio foi aplicado na forma de uréia, em cobertura, 25 % no plantio e
2 75% após 25 dias. Utilizou-se o híbrido simples AG 7088 PROX., cujo plantio foi
3 realizado em 13/02/2015 e colheita em 02/07/2015, de forma manual, para obtenção da
4 produtividade de grãos.

5 A floração iniciou em 08/04/2015 e, por ocasião do pleno florescimento, fase
6 recomendada para diagnosticar o estado nutricional da planta, coletou-se 30 folhas
7 opostas e abaixo da espiga retirando-se o terço central, por tratamento. Foram
8 consideradas duas linhas centrais de cada parcela experimental.

9 A produtividade foi obtida a partir da pesagem dos grãos oriundos das espigas
10 colhidas na área útil das parcelas, pela extrapolação da produção da área útil da parcela
11 (22,4 m²) para um hectare e a massa de grãos foi corrigida para 13% de umidade. As
12 análises de solo (Embrapa 1997) e análises de tecido vegetal (Carmo 2000) foram
13 realizadas no Laboratório de Análises de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

14 Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e à comparação de
15 médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa
16 estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira 2011). Procedeu-se, também, equações de regressão para
17 as variáveis estudadas, em função das doses de nitrogênio.

18

19 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

20 A aplicação de doses de nitrogênio teve efeito significativo ($p < 0,05$) na
21 produtividade de grãos de milho. O modelo ajustou-se em uma equação do primeiro
22 grau, cujo coeficiente de determinação R^2 foi 0,88 indicando que 88,8% da variação do
23 rendimento do milho em função das doses de nitrogênio são explicados pela equação
24 (Figura 4).

25

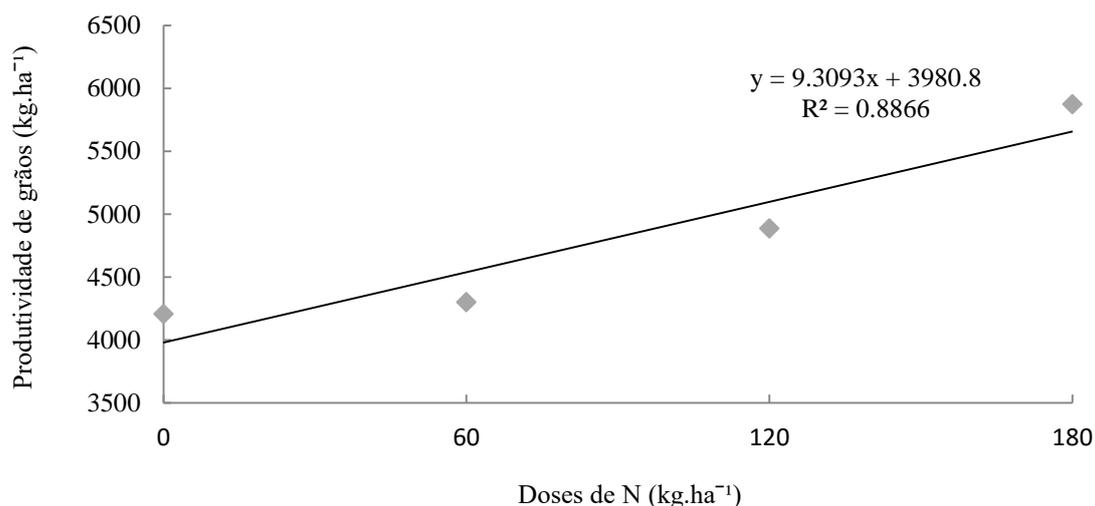


Figura 4. Produtividade de grãos de milho em função de doses de nitrogênio (Paragominas, PA, 2015).

Foi obtido ajuste linear para as doses de nitrogênio aplicadas no milho e a maior produtividade de grãos foi alcançada com a dose de 180 kg.ha⁻¹, com a qual foi necessário aproximadamente 30,6 kg de N para produção de 1.000 kg de grãos.

Kappes et al. (2014) utilizando doses de 0 a 150 kg.ha⁻¹ de nitrogênio em SPD no Mato Grosso do Sul, também verificaram aumento linear da produtividade de acordo com a elevação das doses de nutriente. Veloso et al. (2012) também obtiveram ajuste linear sendo a máxima produtividade obtida com a maior dose de N (120 kg.ha⁻¹) em latossolo amarelo distrófico.

Resultado diferente foi obtido por Melo et al. (2011) que, utilizando doses de nitrogênio de 0 a 200 kg.ha⁻¹ no milho em SPD de seis anos no Maranhão, verificaram que a resposta aos tratamentos seguiu um modelo quadrático, com o máximo rendimento de grãos de milho correspondente a dose de 120 N.

Com a aplicação da dose de 60 kg.ha⁻¹ obteve-se produtividade de grãos de 4.303,1 kg.ha⁻¹, valor abaixo do nível médio nacional de produtividade, de cerca de 5.396 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016). Com esta dose já é possível superar a média do Estado do Pará, de apenas 3.232 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016).

1 O solo fornece N para as culturas a partir da mineralização do N da MO, assim,
 2 é possível inferir que havia disponibilidade de N no solo proveniente de matéria
 3 orgânica (MO) no mesmo (Tabela 1), visto que a produtividade média obtida no
 4 tratamento em que não houve aplicação de nitrogênio foi 4.208,4 kg.ha⁻¹. Observou-se
 5 melhoria na fertilidade do solo em relação a sua condição antes da instalação do
 6 experimento. Houve aumento do pH, elevação dos teores de matéria orgânica, potássio,
 7 cálcio e magnésio.

8
 9 Tabela 1. Atributos químicos do solo depois da colheita do milho, em função de doses de nitrogênio e em
 10 função da densidade de plantio (Paragominas, PA, 2015).

Atributos químicos solo									
Dose de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	N	MO	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al
	%	g/kg	água	-----mg/dm ³ -----			-----cmolc/dm ³ ----		
0	0,18 ^a	56,21	5,78	10,67	97,58 ^a	7,33	4,78 ^a	1,81	0,11
60	0,17 ^a	51,49	5,63	5,00	74,67 ^a	5,00	4,03 ^a	1,58	0,17
120	0,18 ^a	65,33	5,55	3,25	85,25 ^a	5,17	4,03 ^a	1,52	0,13
180	0,21 ^b	55,34	5,80	10,50	120,00 ^b	7,75	6,32 ^b	1,86	0,12
Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)	N	MO	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al
	%	g/kg	água	-----mg/dm ³ -----			-----cmolc/dm ³ ----		
45.000	0,18	57,88	5,45 ^a	7,92	84,16	5,00	3,92	1,38 ^a	0,16
55.000	0,17	56,41	5,71 ^b	6,00	106,83	7,17	4,71	1,70 ^b	0,12
65.000	0,20	56,90	5,78 ^b	6,92	90,08	7,25	5,13	1,83 ^b	0,14
75.000	0,19	57,19	5,82 ^b	8,58	96,41	5,83	5,41	1,87 ^b	0,11

11 ^a Valores com sobrescritos diferentes em uma mesma coluna são estatisticamente diferentes de acordo
 12 com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

1 Não foram observadas diferenças significativas quanto às densidades de plantio
 2 ($p > 0,05$) e não houve interação ($p > 0,05$) entre doses de nitrogênio e densidade de
 3 plantio em relação a produtividade de grãos (Tabela 2).

4 Tabela 2. Médias da produtividade de grãos de milho por tratamento (Paragominas, PA, 2015).

Tratamentos	Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)								Médias	
	45.000		55.000		65.000		75.000			
Dose de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)										
0	4127,60	Aa	4213,83	Bb	4007,63	Bb	4484,43	Bb	4208,38	C
60	4112,80	Aa	4481,57	Bb	4148,37	Bb	4469,70	Bb	4303,11	C
120	4686,60	Aa	5053,07	Aa	4917,63	Bb	4861,27	Bb	4879,64	B
180	5155,27	Aa	5851,57	Aa	6385,80	Aa	6108,47	Aa	5875,26	A
Médias	4520,57	a	4900,01	a	4864,86	a	4980,97	a		
CV (%) = 12,20										

5
 6 Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem
 7 estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

8 Independente da interação entre doses de nitrogênio e densidade de plantio ser
 9 significativa procedeu-se aos desdobramentos doses dentro de densidades e densidades
 10 dentro de doses, visto que, segundo Banzato & Kronka (1990), quando se aplica um
 11 teste F em uma análise de variância para tratamentos com mais de um grau de liberdade,
 12 pode-se obter informações muito gerais, relacionadas ao comportamento médio dos
 13 tratamentos, representando um teste de diversas comparações independentes.

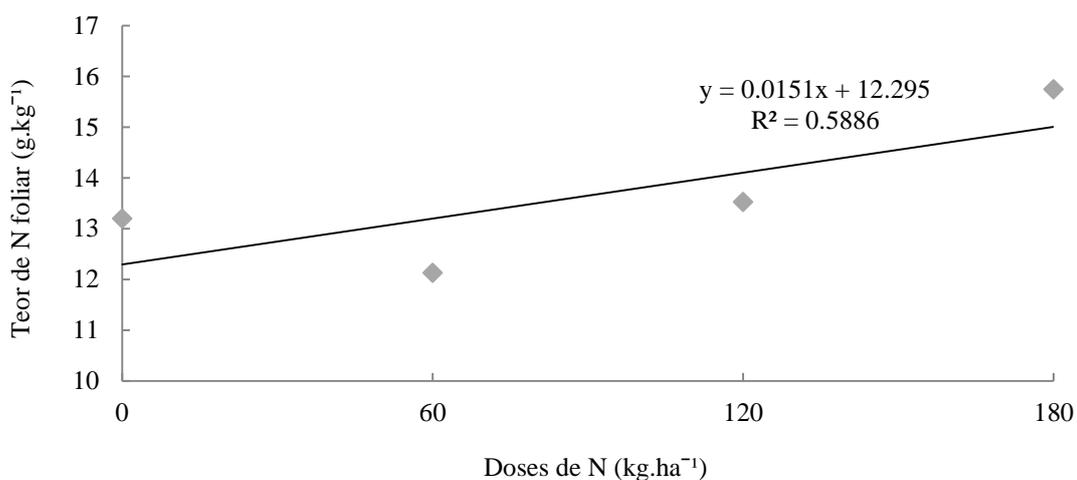
14 Além disso, segundo Carvalho (1994), quando se faz o desdobramento, o
 15 interesse é obter informações mais específicas relacionadas ao comportamento de cada
 16 um dos componentes do desdobramento. Assim, pode-se dizer que, entre os

1 tratamentos, a combinação 65.000 plantas.ha⁻¹ com a dose 180 N foi a que obteve a
 2 maior produtividade de grãos (6.385,8 kg).

3 Em estudo de Gross et al. (2005), no cultivo de milho sob SPD em Minas
 4 Gerais, ao avaliar densidade de 55, 70 e 85 mil plantas por hectare, os autores também
 5 não verificaram diferenças significativas. Contudo, Piana et al. (2008) verificaram que o
 6 rendimento de grãos foi afetado pela interação entre híbrido e densidade de plantas.

7 Para Demétrio et al. (2008), o melhor arranjo populacional para os híbridos de
 8 alta tecnologia foi obtido com 75.000 a 80.000 plantas.ha⁻¹, enquanto Von Pinho (2008)
 9 obtiveram a máxima produtividade de grãos com a densidade de 85.000 kg.ha⁻¹.

10 A concentração de N no tecido foliar de milho não foi influenciada
 11 significativamente pelas diferentes doses de N ($p > 0,05$), no entanto, variou de 13,2 a
 12 15,7 g.kg⁻¹ aumentando linearmente conforme a dose de N (Figura 5).



13
 14

15 Figura 5. Teor de nitrogênio total nas folhas de milho em função de doses de nitrogênio (Paragominas,
 16 Pa, 2015).

17

18 A produtividade de grãos se correlacionou positivamente com o teor foliar de N,
 19 comportamento também verificado por Souza et al. (2011), em milho sob SPD no Mato
 20 Grosso do Sul. Entre os macronutrientes, não se observou influência significativa das

1 doses de N sobre os teores foliares de N, K e Ca. Em relação a densidade de plantio,
2 apenas os teores foliares de Ca apresentaram diferença significativa (Tabela 3).

3

4 Tabela 3. Teores médios de macronutrientes nas folhas do milho na floração em função de doses de
5 nitrogênio e em função da densidade de plantio (Paragominas, PA, 2015).

Dose de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	Teor foliar				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g.kg ⁻¹ -----				
0	13,20	1,00 ^a	111,89	6,82	2,15 ^a
60	12,13	0,93 ^a	91,54	7,30	2,45 ^b
120	13,52	1,05 ^a	108,88	7,39	2,47 ^b
180	15,75	1,42 ^b	115,24	7,46	2,21 ^a
Densidade de plantio (plantas.ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
	-----g.kg ⁻¹ -----				
45.000	14,52	1,07	96,86	8,22 ^b	2,45
55.000	13,55	1,15	96,63	7,44 ^b	2,38
65.000	13,25	1,08	113,28	6,79 ^a	2,28
75.000	13,29	1,10	120,79	6,53 ^a	2,18

6 ^a Valores com sobrescritos diferentes em uma mesma coluna são estatisticamente diferentes de acordo
7 com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

8

9 A elevação das concentrações de N em plantas de milho com a aplicação de
10 doses de N também foram verificados Gomes et al. (2007) e Souza et al. (2011).
11 Contudo, as concentrações de N observadas neste estudo estão abaixo dos valores
12 descritos como adequados (27 a 35 g de N. kg⁻¹ de matéria seca) por Rajj (2011).

13 A ocorrência de valores menores do que os sugeridos como adequados pela
14 literatura podem ser devido ao sistema de cultivo, que causou menor variação de

1 temperatura e/ou umidade do solo e à característica genética do híbrido utilizado nos
2 diferentes trabalhos (Melo 2011).

3 Em trabalho de Santos et al. (2013), os autores obtiveram produtividade média
4 de 13.000 kg.ha⁻¹ em SPD de cinco anos, o que evidencia o potencial deste tipo de
5 sistema a longo prazo. Assim, esperam-se resultados ainda melhores com o decorrer dos
6 anos de uso do sistema.

7

8 **CONCLUSÃO**

9 1. A maior produtividade de grãos foi obtida com a dose de 180 kg.ha⁻¹ de N;

10 2. Não houve influência significativa da densidade de plantio sobre a
11 produtividade de grãos de milho. No entanto, a combinação 65.000 plantas.ha⁻¹ com a
12 dose 180 N obteve a maior produtividade de grãos.

13 3. O aumento das doses de N em cobertura promoveu acréscimo linear no teor
14 de N foliar.

15 4. É importante a realização de mais estudos na região, visto que a estabilização
16 do SPD ocorre com o decorrer dos anos e este estudo ocorreu no primeiro ano de
17 implantação do sistema.

18

19 **REFERÊNCIAS**

20 BANZATTO, A. D. & KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal,
21 FUNEP, 1990. 247p.

22 BONO, J. et al. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica
23 de sementes de milho. *Revista Agrarian*, v.1, n.2, p.91-102, 2008.

24 CARMO, C. A. F. S. et al. *Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na*
25 *Embrapa Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p. Circular Técnica, 6.

- 1 CARVALHO, E. M. C. *Efeito de sistemas de manejo sobre algumas propriedades*
2 *físicas e químicas de um podzólicos vermelho-amarelo câmbico distrófico, fase terraço*
3 *e sobre a produção de soja*. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 1984.73 p.
4 Dissertação Mestrado.
- 5 CASSOL, E. A. et al. *Sistema plantio direto: Evolução e implicações sobre a*
6 *conservação do solo e da água*. In: Ceretta, C. A.; Silva, L. S.; Reichert, J. M. (ed.).
7 *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.5,
8 p.333-370, 2007.
- 9 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). *Séries históricas*.
10 Brasília: Conab, 2016. Disponível em:
- 11 DEMÉTRIO, C. S. et al. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes
12 espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília,
13 v.43, p.1.691-1.697, 2008.
- 14 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro
15 Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3. ed. Rio
16 de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.
- 17 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro
18 Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual.
19 Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- 20 FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e*
21 *Agrotecnologia* (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- 22 GOMES, R. F. et al. Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio nos caracteres
23 agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do*
24 *Solo*, v. 31, n. 3, p. 931-938, 2007.

- 1 GROSS, M. R. et al. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento
2 entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*,
3 Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2005.
- 4 KANEKO, F. H. et al. Manejo do solo e do nitrogênio em milho cultivado em
5 espaçamentos reduzido e tradicional. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 3, p. 677-686,
6 2010.
- 7 KAPPES, C. et al. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema
8 plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.13, n.2, p. 201-217, 2014.
- 9 KAPPES, C. et al. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho
10 cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*,
11 Goiânia, v. 39, p. 251-259, 2009.
- 12 MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Editora Ceres,
13 2006. 631 p.
- 14 MARTORANO, L. G. et al. Avaliações agrometeorológicas para subsidiar estratégias
15 de decisão em cultivos de soja no município de Paragominas, Pará. In: reunião de
16 pesquisa da soja da região central do Brasil, 32., 2011, Piracicaba. *Resumos...* Londrina:
17 Embrapa Soja, 2011. P. 59-62.
- 18 MELO, F. B. et al. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de
19 milho cultivado no sistema plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 1, p.
20 27-31, jan-mar, 2011.
- 21 PIANA, A. T. et al. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no
22 Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v. 38, n. 09, p. 2608-2612, 2008.
- 23 QUEIROZ, A. M. et al. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na
24 adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.10,
25 n.3, p. 257-266, 2011.

- 1 RAIJ, B. *Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes*. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.
- 2 RAIJ, B. Van. et al. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São*
3 *Paulo*. 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. Boletim Técnico, 100).
- 4 RHEINHEIMER, D. S. et al. Desafios da fertilidade do solo: modelo e
5 interdisciplinaridade. Boletim Informativo da SBCS, v. 32, p. 28-36, 2007.
- 6 SILVA, A. A. et al. Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação gradual na
7 cultura do milho. Biosci. J., Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 104-111, Mar. 2012.
- 8 SOUZA, J. A. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em
9 plantio direto. *Bragantia*, v. 70, n. 2, p. 447-454, 2011.
- 10 VELOSO, C. A. C. et al. *Adubação nitrogenada no milho no Oeste do estado do Pará*.
11 Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 84. 2012.
- 12 VON PINHO, R.G. et al. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos
13 de milho em sistema plantio na região sudeste de Tocantins. *Bragantia*, v.67, p.733-
14 739, 2008.
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26

4. CONCLUSÕES GERAIS

O cultivo de milho sob Sistema Plantio Direto nos municípios de Belterra e Paragominas, no Estado do Pará, responde bem à adubação nitrogenada. A produtividade alcançada variou de acordo com a dose de nutriente e não diferiu quanto a densidade de plantas utilizada. Tanto no oeste quanto nordeste paraense há grande potencial para o cultivo de grãos em Sistema Plantio Direto, sendo que em Belterra/PA houve maior produtividade de grãos em relação a Paragominas/PA neste estudo. No entanto, os valores ainda são baixos em relação a produtividades alcançadas em outras regiões do país com o mesmo tipo de sistema, tais como centro-oeste e sudeste.

Apesar de a produtividade obtida nos experimentos ter sido diferente, o comportamento da resposta do milho à adubação nitrogenada foi semelhante. Considerando o fato de o híbrido utilizado ter sido o mesmo e ter como característica estabilidade de produção, e não ter ocorrido influência significativa da densidade de plantio, a recomendação aos produtores da região é que seja adotada a dose de 180 kg.ha^{-1} combinada com as densidade de plantio de 45.000 plantas/ha na região oeste do estado e com a densidade de 75.000 plantas/ha na região nordeste.

Há necessidade de mais estudos e condução de experimentos de longa duração na região, visto que o Sistema Plantio Direto apresenta estabilidade em média com quatro anos, de forma a permitir uma avaliação mais precisa das propriedades do sistema e da resposta das culturas à adubações e densidades de plantio a serem adotadas pelos produtores.

ANEXO A – Normas da Revista Brasileira de Ciências Agrárias

Diretrizes para Autores

Objetivo e Política Editorial

A **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aqüicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

Forma e preparação de manuscritos

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.pro.br>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Artigos referentes a experiências conduzidas em nível de campo só serão aceitos para eventual publicação, quando os mesmos apresentarem dados de, no mínimo, dois anos agrícolas de avaliação.

Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.

Composição seqüencial do artigo

- a. Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.
- b. Os artigos deverão ser compostos por, **no máximo, 6 (seis) autores**;
- c. Resumo: no máximo com 15 linhas;
- d. Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;
- e. Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;
- f. Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;
- g. Key words: no mínimo três e no máximo cinco;
- h. Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
- i. Material e Métodos;
- j. Resultados e Discussão;
- k. Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- l. Agradecimentos (facultativo);
- m. Literatura Citada.

Observação: Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a seqüência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

Edição do texto

- a. **Idioma:** Português, Inglês e Espanhol
- b. **Processador:** Word for Windows;
- c. **Texto:** fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;
- d. **Espaçamento:** duplo entre o título, resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;
- e. **Parágrafo:** 0,5 cm;
- f. **Página:** Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;

g. Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;

h. As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;

i. Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)

- Títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9;

- As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades

nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

Exemplos de citações no texto

- a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire, 2007).
- b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).
- c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

Literatura citada

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo 25 citações bibliográficas. A revista recomenda que oitenta por cento (80%) das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base *ISI Web of Knowledge, Scopus ou SciELO* com menos de 10 anos.

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

a. Livros

Mello, A.C.L. de; Véras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da . Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 49p.

b. Capítulo de livros

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

c. Revistas

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers).

Quando o artigo tiver a url.

Oliveira, A. B. de; Medeiros Filho, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, n.4, p.268-274, 2007.

<<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=183&path%5B%5D=104>>. 29 Dez. 2012.

Quando o artigo tiver DOI.

Costa, R.B. da; Almeida, E.V.; Kaiser, P.; Azevedo, L.P.A. de; Tyszka Martinez, D. Tsukamoto Filho, A. de A. Avaliação genética em progênes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.685-693, 2011. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1277>>.

d. Dissertações e teses

Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

e. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol)

Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. <<http://www.aka.org.cn/Magazine/Aka4/interhisE4.html>>. 29 Nov. 2012.

Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais.

Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, não são aceitos na elaboração dos artigos.

Outras informações sobre a normatização de artigos

1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;

- 2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;
- 3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;
- 4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;
- 5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;
- 6) Evitar parágrafos muito longos;
- 7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;
- 8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;
- 9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;
- 10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;
- 11) Nos exemplos seguintes o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 l (litros) = 5 L; 45 ml = 45 mL; l/s = L.s⁻¹; 27°C = 27 °C; 0,14 m³/min/m = 0,14 m³.min⁻¹.m⁻¹; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; mm/dia = mm.d⁻¹; 2x3 = 2 x 3 (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = 45,2-61,5 (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Exs.: 20 e 40 m; 56,0, 82,5 e 90,2%). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;
- 12) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;

13) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, seqüência de autores e quaisquer outras alterações que não sejam solicitadas pelo editor.

Procedimentos para encaminhamento dos artigos

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.ufrpe.br> ou <http://www.agraria.pro.br>.

O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail agrarias@prppg.ufrpe.br, editorgeral@agraria.pro.br ou secretaria@agraria.pro.br.

ANEXO B – Normas da Revista Pesquisa Agropecuária Tropical

Diretrizes para Autores

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT) é o periódico científico trimestral editado pela Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (e-ISSN 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos cuja temática tenha aplicação direta na agricultura tropical. Logo, a vinculação indireta do objeto de estudo com essa temática não é razão suficiente para que uma submissão seja aprovada para seguir no processo editorial deste periódico. Notas Técnicas, Comunicações Científicas e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial.

A submissão de trabalhos é gratuita e deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível por meio do endereço www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat. Os autores devem cadastrar-se no sistema e manifestar, por meio de documento (ver sugestão de modelo) assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar, anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente).

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção “Agradecimentos” é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso ou repositórios institucionais não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Por fim,

deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave – em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores).

Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa. Experimentos conduzidos em condições de campo devem apresentar dados oriundos de, pelo menos, dois ciclos de produção, ou dois anos de avaliação.

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, **serão publicados apenas em Inglês**. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas, com linhas numeradas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão .doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre as linhas. A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título* (máximo de 20 palavras); *resumo* (máximo de 250 palavras); *palavras-chave* (no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por ponto-e-vírgula); *título em Inglês*; *abstract*; *key-words*; *Introdução*; *Material e Métodos*; *Resultados e Discussão*; *Conclusões*; *Agradecimentos* (se necessário, em parágrafo único) e *Referências*. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores, com suas afiliações e endereços (incluindo *e-mail*) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema “autor-data”. Apenas a inicial do sobrenome do autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo “&” deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, “et al.”. Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de *sítes* particulares na Internet.

3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos autores, de acordo com a norma NBR 6023:2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

4. As tabelas e figuras (dispostas no decorrer do texto) devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*). Quando aplicável, os títulos de tabelas e figuras devem conter local e data. As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.

5. A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT (www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, conseqüentemente, agilizar a publicação.

6. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade

de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100
www.uepa.br/paginas/pcambientais

