

UTILIZAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO AGRÍCOLA APLICADO EM SUPERFÍCIE E INCORPORADO ASSOCIADO À ADUBAÇÃO FOSFATADA

Dheime Ribeiro de Miranda¹, Gelza Carliane Marques Teixeira², Marcos Antonio Pereira dos Santos³, Natanael Costa Teles⁴, Cássio dos Santos Barroso⁵, Raimundo Laerton de Lima Leite⁶.

^{1,2,3,4,5} Graduandos do Curso de Bacharelado em Agronomia – IFTO. E-mail: ¹dheime_@hotmail.com, ²gelzacarliane@hotmail.com, ³mapsantosagronomia@gmail.com, ⁴natanael.teles@live.com, ⁵cassiobarroso@hotmail.com⁵. ⁶Professor Doutor, Campus Araguatins – Instituto Federal do Tocantins - IFTO. E-mail: ⁵laerton.leite@bol.com.br.

Resumo: A acidez do solo é considerada um fator limitante para solos agricultáveis em escala mundial, sobretudo no cerrado brasileiro. Assim, para a obtenção de melhores índices de produção, torna-se necessário atenuar ou eliminar os efeitos negativos da acidez do solo, com o uso de calagem para corrigir a acidez do solo e gessagem para melhorar o ambiente radicular em profundidade, aumentando a eficiência de adubações, principalmente a fosfatada. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar as alterações químicas do solo, bem como o desenvolvimento e produtividade do milho (*Zea mays* L.) com aplicação de calcário e gesso em superfície e incorporados, associados a diferentes dosagens de fósforo (0, 60, 80, 100 e 120 Kg ha⁻¹). Os delineamentos experimentais foi realizados em blocos casualizados (DBC), distribuídos em 10 tratamentos x 4 blocos x 3 repetições. Quanto à planta indicadora, foram avaliados parâmetros morfológicos (altura da planta, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo) e bromatológicos (massa verde e 1ª massa seca). Concluiu-se com a pesquisa que nas condições de solo e clima estudados fazendo uma relação entre os parâmetros morfológicos e bromatológicos considera-se o melhor tratamento a dosagem de 100 Kg P₂O₅ ha⁻¹ com aplicação de calcário e gesso em superfície, indicando que essa forma de aplicação pode ser considerada uma alternativa para a melhoria do ambiente radicular em sistemas de cultivo que não envolvem o preparo do solo. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do programa ASSISTAT e os gráficos e tabelas confeccionados no Microsoft Excel.

Palavras-chave: acidez, adubação, produtividade, *Zea mays*

1. INTRODUÇÃO

A acidez do solo tem sido considerada um fator limitante para a produção agrícola em diversas áreas do mundo (LOPES e GUILHERME, 2007), tais como em regiões de Cerrado brasileiro onde a agricultura ainda é bastante limitada pela baixa fertilidade natural do solo e pluviosidade nos meses de seca. Aliado a essas deficiências naturais, existe um excesso na acidez do solo nas camadas sub e superficiais em decorrência da presença de alumínio (Al) e manganês (Mn) em concentrações tóxicas, baixa saturação por bases e baixos teores de cátions de caráter básico, como o cálcio (Ca) e magnésio (Mg), proporcionando condições desfavoráveis à produtividade de diversas culturas, por causar danos ao sistema radicular das plantas, afetando a absorção de nutrientes essenciais, em especial o fósforo e o molibdênio, ocasionando diminuição do volume de solo explorado pelo sistema radicular, potencializando os efeitos negativos das estiagens, pois mesmo havendo água no solo, ela não pode ser acessada pela planta (SOUSA et al., 2007).

A utilização da calagem é uma das práticas mais recomendadas para a minimização da acidez, proporcionando a elevação do pH, aumentando assim a disponibilidade de nutrientes

essenciais as plantas (LUTZ JR. et al, 1972; CAIRES et al, 2002). Contudo, a acidez do solo não se restringe apenas as camadas superficiais e na tentativa de corrigir a acidez de camadas mais profundas cometem-se equívocos no manejo do solo, principalmente pela baixa solubilidade dos produtos utilizados. Uma alternativa mais viável é a aplicação de gesso agrícola, que contém principalmente sulfato de cálcio e pequenas concentrações de fósforo (P) (FOLONI et al., 2008).

A eficiência do gesso agrícola na melhoria das propriedades químicas do subsolo e sua resposta como melhorador do ambiente radicular em profundidade têm sido observadas para uma grande diversidade de culturas e demonstrada em vários trabalhos (CARVALHO e RAIJ, 1997), destacando-se a cultura de milho (*Zea mays*) (CAIRES et al., 2004; SOUSA et al., 2005). Porém deve-se avaliar sua relação com as adubações realizadas, visto que altas concentrações de Al tóxico refletem na imobilização de certos nutrientes, como o caso do fósforo, que ao reagir com Al solúvel, forma fosfatos de Al de baixa solubilidade em solos ácidos (ALVAREZ et al., 1999).

O fósforo (P) participa de vários processos metabólicos em plantas, como transferência de energia, síntese de ácidos nucleicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membrana, ativação e desativação de enzimas, reações redox, metabolismo de carboidratos e fixação de N₂ (VANCE et al., 2003). Limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo que seja aumentado o suprimento de P a níveis adequados (GRANT et al., 2001).

A deficiência de fósforo pode reduzir tanto a respiração como a fotossíntese, havendo acúmulo de carboidratos o que deixa as folhas com coloração verde-escura, podendo ainda reduzir a síntese de ácidos nucleicos e de proteína, induzindo a acumulação de compostos nitrogenados solúveis (N) no tecido (VANCE et al., 2003). O crescimento da célula é retardado e potencialmente paralisado. Assim, os sintomas de deficiência de P incluem diminuição na altura da planta, atraso na emergência das folhas, redução na brotação e no desenvolvimento de raízes secundárias, na produção de matéria seca e na produção de sementes, características essas observadas em pesquisas realizadas com milho (*Zea mays*) (GRANT et al., 2001).

Considerando a problemática da acidez dos solos agricultáveis brasileiros, realizou-se a presente pesquisa visando determinar a forma mais eficiente de aplicação de calcário e gesso (superfície ou incorporado) associados a diferentes dosagens de P₂O₅, utilizando-se como planta indicadora de qualidade do solo e deficiência nutricional o milho (*Zea mays* L.), por ser considerada uma cultura altamente responsiva a variações no manejo do solo, como correção e adubação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no povoado Santa Tereza, localizado no município de Araguatins – TO, a aproximadamente 1 km do IFTO. O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (SANTOS et al., 2006). A localização geográfica dessa área está definida pelas coordenadas de 05° 38' 52,92" S e 48° 05' 03,32" W, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 1500 mm, temperatura de 28,5°C e altitude de 103m (INMET, 2016).

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo AW, caracterizado como clima quente com inverno seco e verão chuvoso.

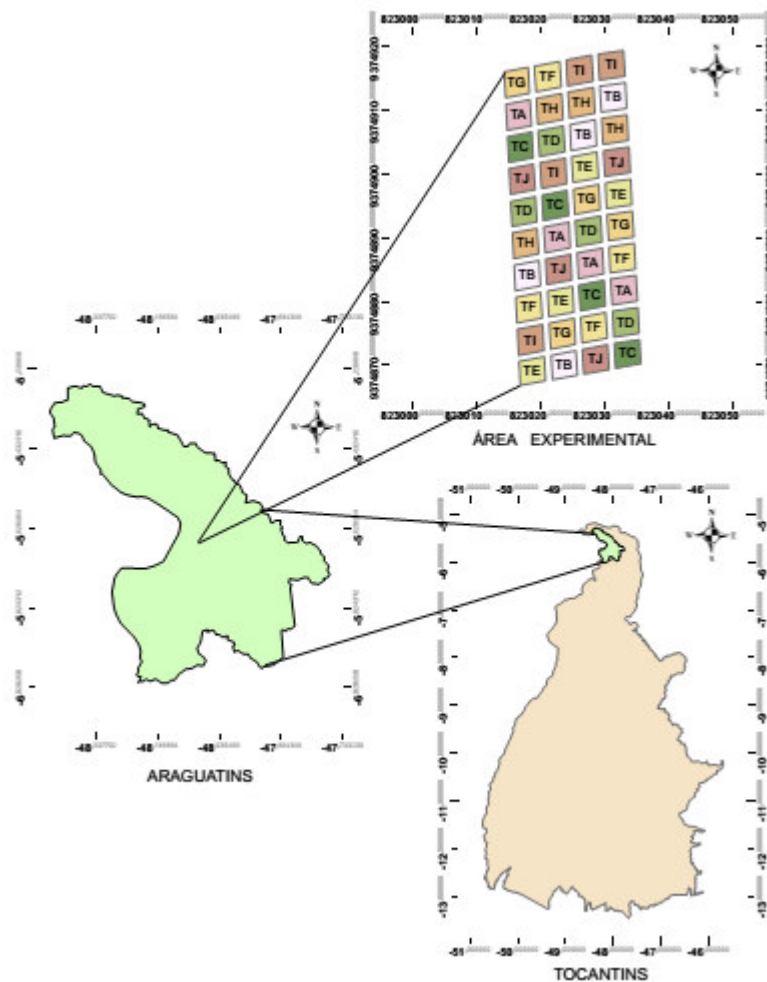


Figura 1: Área experimental, Povoado Santa Tereza, município de Araguatins-TO.

Os dados termopluiométricos referente ao período de condução do experimento demonstrados na figura 2, foram obtidos no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) da Estação Meteorológica de Araguatins (INMET, 2016).

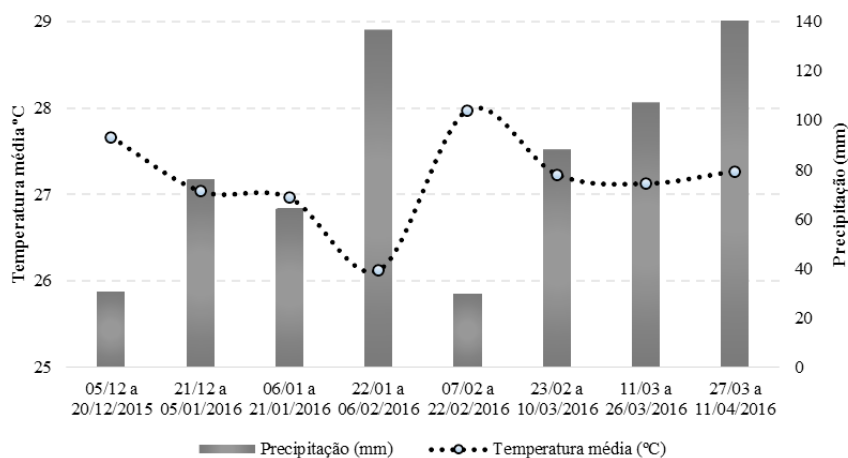


Figura 2: Dados de temperatura e precipitação pluvial, distribuídos em períodos de 16 dias, em Araguatins-TO, correspondente ao intervalo que inclui aplicação de calcário dolomítico (08/12/2016), gesso agrícola (23/12/2016), semeadura (22/01/2016) até a última coleta aos 75 dias após a emergência (DAE) (11/04/2016). Fonte: INMET (2016).

Antes da instalação do experimento foram coletadas 15 sub-amostras de solo para compor a amostra composta das camadas de 0-20 e de 20-40 cm de profundidade, para análise de suas propriedades químicas (teores de P, K, Ca, Mg, Al, (H+Al) e pH em água) e físicas (Areia, Silte e Argila) (Tabela 1) de acordo com o Manual de Análises Químicas desenvolvido por Silva (1999), para determinação das dosagens de aplicação de calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizantes.

Tabela 1: Dados de análises químicas e físicas obtidos antes da implantação do experimento.

Profundidade (cm)	Químicas										Físicas		
	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V	Areia	Argila	Silte
		mg/dm ³	cmol _c /dm ³						%	%			
0-20	4,8	3,08	22	1,0	0,9	0,2	1,65	1,96	3,61	54,25	87,59	7,72	4,68
20-40	4,5	1,32	10	0,7	0,6	0,4	1,98	1,33	3,31	40,10	85,93	7,72	6,34

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos, 4 blocos x 3 repetições. Cada parcela com as dimensões de 4 metros de largura x 4 de comprimento, distribuídas em 5 linhas com espaçamento entre si de um metro. Considerou-se como área útil das parcelas as três fileiras centrais. Os tratamentos consistiram na aplicação de calcário dolomítico (CaCO₃ . MgCO₃), gesso agrícola (gipsita - Ca(SO₄) . 2H₂O), nitrogênio (N) e potássio (K) nas dosagens recomendadas por Alvarez et al. (1999), associadas a diferentes dosagens de fósforo (P) (0, 60, 80, 100 e 120 kg ha⁻¹). Os tratamentos, conforme descritos abaixo, foram distribuídos de forma aleatória na área (Figura 1).

- Tratamentos com aplicação de calcário e gesso em superfície:

TA- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 0 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ (testemunha);

TB- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 60 Kg de P₂O₅ ha⁻¹;

TC- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 80 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ;

TD- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 100 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ;

TE- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 120 Kg de P_2O_5 ha^{-1} .

- Tratamentos com aplicação de calcário e gesso incorporados:

TF- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 0 Kg de P_2O_5 ha^{-1} (testemunha);

TG- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 60 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ;

TH- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 80 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ;

TI- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 100 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ;

TJ- Cultivo de milho com aplicação de calcário dolomítico aos 45 dias antes da semeadura (DAS) + gesso agrícola aos 30 dias + 120 Kg de P_2O_5 ha^{-1} .

No preparo da área foi realizada uma gradagem a 20 cm de profundidade para nivelamento do terreno. Em seguida foi realizada a elevação da saturação por bases de 54,25% (Tabela 1) para 60%, na profundidade de 0-20 cm em função do solo e a da cultura a ser implantada aplicando-se calcário dolomítico ($CaCO_3.MgCO_3$) da dosagem de 260 Kg ha^{-1} e o gesso agrícola (gipsita - $Ca(SO_4).2H_2O$) para melhoramento do ambiente radicular na profundidade de 20-40 cm na dosagem de 280 Kg ha^{-1} . Após cerca de 45 dias após a aplicação de calcário dolomítico e 30 de gesso agrícola foi realizada a semeadura de forma manual dia 22/01/2016, distribuindo-se cerca de 6 sementes por metro linear, atingindo-se uma densidade aproximada de 70.000 plantas ha^{-1} .

Para adubação de plantio utilizou-se 20 kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de Sulfato de Amônio ($(NH_4)_2SO_4$ - 20% de N) e 70 Kg ha^{-1} de K_2O na forma de Cloreto de Potássio (KCl - 60% de K_2O). O P_2O_5 foi utilizado na forma de Superfosfato Simples (SSP - 21% de P_2O_5) nas dosagens de 0, 60, 80, 100 e 120 Kg ha^{-1} . A adubação de cobertura foi realizada após o desbaste aos 30 DAE, com aplicação de 100 Kg ha^{-1} de nitrogênio na forma de ureia (45% de N).

A planta indicadora utilizada foi o milho híbrido duplo AG-1051 da AGROCERES com garantia de germinação mínima de 85% e pureza de 98%, safra de 2015. Esta cultivar possui arquitetura foliar aberta, o ciclo semi-precoce, grãos dentados amarelos, altura de planta de cerca de 2,2 m e altura de inserção de espiga de 1,12 m, recomendado para grãos, silagem e milho verde (PALHARES, 2003; CALONEGO et al., 2011). As coletas para análises de dados foram realizadas aos 30, 45, 60 e 75 DAS e os parâmetros avaliados no decorrer do experimento foram os morfológicos e bromatológicos, como descrito abaixo:

Nas avaliação dos parâmetros morfológicos na primeira análise foram selecionadas e devidamente identificadas 3 plantas na área útil da parcela realizando-se a medição de diâmetro do colmo (DC) com paquímetro digital aos 5 cm do solo, altura da planta (AP) com fita métrica do nível do solo até a curvatura da última folha estendida (folha bandeira), altura média de inserção da espiga

(AE) do nível do solo até a inserção da primeira espiga e contagem do número de folhas (NF) (OLIVEIRA et al. 2012).

Para as análises dos componentes bromatológicos, foram selecionadas aleatoriamente em campo 3 plantas de cada parcela, estas foram coletadas e cortadas em tamanhos menores para pesagem em balança analítica de precisão determinando-se a massa verde (MV), após essa pesagem, o material foi submetido a estufa com circulação forçada de ar a 60°C (amostra seca ao ar – ASA) até alcançar peso constante massa seca (1ª MS ou ASA), com auxílio dos protocolos descritos por Campos et al. (2004).

Para os resultados obtidos, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e para comparação das médias o teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software ASSISTAT e os gráficos foram elaborados no Microsoft Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos de milho introduzidos recentemente apresentam diversas modificações nos parâmetros morfológicos da planta, como menor estatura e altura de inserção da espiga, menor duração do subperíodo pendramento-espigamento, folhas de angulação mais ereta, elevado potencial produtivo e tolerância ao acamamento (ALMEIDA et al, 2000; ARGENTA et al., 2001), características essas observadas na cultivar AG 1051.

Porém para que haja melhor desempenho da cultura é necessário além de escolher genótipos adequados às condições edafoclimáticas da região, avaliar o desempenho agrônomo da cultivar. No presente experimento foram avaliados os parâmetros morfológicos, altura da planta (AP), altura de inserção da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC) e número de folhas (NF) e os bromatológicos massa verde (MV) e massa seca (1ª MS).

Os resultados das análises de variância mostraram que houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros avaliados em função das dosagens de P_2O_5 e da aplicação do calcário dolomítico e gesso agrícola em superfície ou incorporado. Isso se justifica pelo fato de o fósforo se constituir em um dos elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, estando presente em componentes estruturais das células, como nos ácidos nucleicos e fosfolipídios das membranas celulares e também em componentes metabólicos móveis armazenadores de energia, como o ATP (MARTIN et al., 2011). Quanto a forma de aplicação do corretivo e condicionador do solo, destacou-se a que foi realizada em superfície, pois em virtude da alta solubilidade do gesso em relação ao calcário (150 vezes maior) acredita-se que quando aplicado incorporado provocou excesso no carreamento de nutrientes ao longo do perfil (NUERNBERG et al., 2005).

Para o parâmetro altura da planta (Tabela 2), houve um maior incremento no tratamento TD utilizando-se 100 Kg de P_2O_5 ha⁻¹ com aplicação de calcário e gesso em superfície aos 30 DAS, no entanto não se diferenciou dos tratamentos com 60 e 80 Kg de P_2O_5 ha⁻¹ com a mesma forma de aplicação dos corretivos aos 75 DAS. De acordo com Guiscern et al (2001), as características fisiológicas e fenológicas se diferenciam (entre 27 a 56 DAE), apresentando aceleração do desenvolvimento até o pendão estar totalmente desenvolvido, período em que ocorre paralisação do crescimento, já que a planta vai direcionar suas reservas ao desenvolvimento da espiga. Na presente pesquisa essa tendência de paralisação no crescimento pode ser observada a partir dos 60 DAS.

Tabela 2: Médias de altura da planta (AP) e de inserção da espiga (AE) em milho híbrido AG-1051, com dados coletados aos 75 dias após a emergência (DAE). Povoado Santa Tereza, município de Araguatins - TO (2016).

Tratamentos	Altura (cm)				
	Planta (cm)				Espiga (cm)
	30 DAE**	45 DAE**	60 DAE**	75 DAE**	75 DAE**
TA	34,25 fg	95,66 c	169,83 cde	169,84 cde	95,20 ab
TB	59,29 bc	126,16 b	187,75 ab	188,75 ab	98,29 a
TC	64,08 b	147,25 a	186,66 abc	186,66 abc	92,75 ab
TD	72,66 a	156,50 a	198,83 a	198,83 a	97,41 a
TE	62,41 b	149,87 a	180,04 bcd	180,05 bcd	97,87 a
TF	30,91 g	76,33 d	140,83 f	140,83 f	53,33 c
TG	41,25 ef	105,41 c	169,16 de	169,16 de	88,41 ab
TH	42,458 ef	95,08 c	145,16 f	145,16 f	76,79 b
TI	45,16 de	105,83 c	156,54 ef	156,54 ef	80,79 ab
TJ	52,00 cd	132,41 b	177,50 bcd	177,50 bcd	94,00 ab
DMS	8, 56	14, 23	17, 07	17, 89	20, 01
CV%	12,77	9,00	7,50	6,17	17,21

Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola em **superfície**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TA)** 0 Kg de P_2O_5 ha^{-1} (testemunha); **(TB)** 60 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TC)** 80 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TD)** 100 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TE)** 120 Kg de P_2O_5 ha^{-1} . Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola **incorporados**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TF)** 0 Kg de P_2O_5 ha^{-1} (testemunha); **(TG)** 60 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TH)** 80 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TI)** 100 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TJ)** 120 Kg de P_2O_5 ha^{-1} . *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% (**) de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV%: coeficiente de variação.

Quanto a relação altura da planta/espiga Casagrande e Fornasiero Filho (2002), explicam que quanto maior a altura de inserção da espiga na planta, maior a predisposição ao acamamento provocando perdas de 5 a 20% da produção mundial, isso ocorre porque a alta relação inserção/estatura pode diminuir o centro de gravidade da planta (REPKE et al., 2012). O híbrido avaliado, além de manter proporcional essa relação é caracterizado como material de porte baixo (altura menor que 2,2 m), o que reduz as perdas por acamamento e quebraimento das folhas (Campos et al. 2010).

A altura da planta, altura de inserção da espiga e diâmetro do colmo são parâmetros que estão interligados, o que corrobora com pesquisas realizadas por Argenta et al. (2001). Em relação ao diâmetro do colmo (Tabela 3), não houve diferença significativa entre os tratamentos com 80, 100 e 120 Kg de P_2O_5 ha^{-1} com aplicações de calcário e gesso em superfície.

Uma outra característica observada em relação ao diâmetro do colmo (Tabela 3) é que em todos os tratamentos houve uma tendência natural a redução a partir de 60 DAS, processo esse que ocorre devido a planta precisar fornecer suporte as folhas e partes florais, além de servir nessa fase como transporte de nutrientes/água e órgão de reserva acumulando sacarose (MAGALHÃES et al., 1995). Posteriormente, durante o período de crescimento intenso dos grãos, se a

produção de fotoassimilados for insuficiente para atender a demanda dos grãos, as reservas podem ser remobilizadas e utilizadas como fonte suplementar (ARGENTA et al., 2001).

Tabela 3: Médias de diâmetro do colmo (DC) em milho híbrido duplo AG-1051, com dados coletados aos 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE). Povoado Santa Tereza, município de Araguaatins - TO (2016).

Tratamentos	DC (mm)			
	30 DAE**	45 DAE**	60 DAE**	75 DAE**
TA	12,06 cd	15,75 cde	13,71 de	13,74 cde
TB	15,21 b	16,28 cde	14,25 cde	14,75 bcd
TC	19,37 a	19,12 ab	16,80 ab	16,36 ab
TD	20,99 a	20,44 a	17,25 a	16,79 a
TE	18,86 a	18,08 abc	16,85 ab	15,48 abc
TF	10,02 d	14,10 e	12,62 e	12,76 e
TG	13,89 bc	15,87 cde	13,74 de	13,48 de
TH	13,27 bc	14,76 de	13,41 de	12,90 de
TI	14,72 b	16,84 bcd	14,90 bcd	14,43 bcde
TJ	15,57 b	15,86 cde	16,10 abc	15,81 ab
DMS	2,49	2,52	2,01	1,95
CV%	12,20	11,38	10,11	10,00

Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola em **superfície**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TA)** 0 Kg de P_2O_5 ha^{-1} (testemunha); **(TB)** 60 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TC)** 80 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TD)** 100 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TE)** 120 Kg de P_2O_5 ha^{-1} . Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola **incorporados**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TF)** 0 Kg de P_2O_5 ha^{-1} (testemunha); **(TG)** 60 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TH)** 80 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TI)** 100 Kg de P_2O_5 ha^{-1} ; **(TJ)** 120 Kg de P_2O_5 ha^{-1} . *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% (**) de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV%: coeficiente de variação.

Quanto ao número de folhas (Tabela 4) houve diferença significativa entre os tratamentos ocorrendo uma tendência de crescimento até os 60 dias. Aos 75 dias houve redução do número de folhas, isso ocorreu devido a senescência foliar que é um processo natural no ciclo das plantas, sendo a fase final do desenvolvimento de todos os seus órgãos. Ela ocorre durante todo o desenvolvimento da planta e tem início precoce, sendo a taxa de progressão estimulada por limitações hídricas, nutricionais, de manejo da lavoura e fase de desenvolvimento da cultura (STRIEDER, 2006).

Tabela 4: Médias de número de folhas (NF) em milho híbrido AG-1051, com dados coletados 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE). Povoado Santa Tereza, município de Araguaatins - TO (2016).

Tratamentos	NF			
	30 DAE**	45 DAE**	60 DAE**	75 DAE**
TA	4,20 c	7,41 de	11,20 bc	8,91 cd
TB	4,37 c	8,79 bc	12,29 ab	10,33 abc
TC	5,33 a	10,83 a	12,75 a	10,66 ab
TD	5,25 ab	10,58 a	12,41 ab	11,58 a
TE	4,95 abc	10,45 a	12,08 ab	10,29 abc
TF	4,50 abc	6,75 e	10,41 c	8,08 d
TG	4,75 abc	8,16 cd	11,50 bc	10,25 abc
TH	4,41 bc	7,29 de	11,37 bc	10,08 abc
TI	4,95 abc	8,54 bcd	12,33 ab	9,62 bc
TJ	4,75 abc	9,75 ab	11,83 ab	9,91 bc
DMS	0,84	1,25	1,21	1,54
CV%	13,35	10,67	7,76	11,68

Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola em **superfície**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TA)** 0 Kg de P_2O_5 ha⁻¹ (testemunha); **(TB)** 60 Kg de P_2O_5 ha⁻¹; **(TC)** 80 Kg de P_2O_5 ha⁻¹; **(TD)** 100 Kg de P_2O_5 ha⁻¹; **(TE)** 120 Kg de P_2O_5 ha⁻¹. Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola **incorporados**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TF)** 0 Kg de P_2O_5 ha⁻¹ (testemunha); **(TG)** 60 Kg de P_2O_5 ha⁻¹; **(TH)** 80 Kg de P_2O_5 ha⁻¹; **(TI)** 100 Kg de P_2O_5 ha⁻¹; **(TJ)** 120 Kg de P_2O_5 ha⁻¹. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% (**) de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV%: coeficiente de variação.

Quanto ao potencial bromatológico de uma cultivar, este deve ser avaliado porque a relação entre produção de massa verde e massa seca ha⁻¹ são características importantes para a viabilidade econômica de uma forrageira, principalmente quando esta é destinada a produção de silagem (OS-VALDO FILHO et al., 2006), uma das indicações para utilização da cultivar AG 1051 (CALONE-GO et al., 2011).

Tabela 5: Médias de massa verde total (MVT) em milho híbrido AG-1051, com dados coletados 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE). Povoado Santa Tereza, município de Araguatins - TO (2016).

Tratamentos	MV (ton. ha ⁻¹)			
	30 DAE **	45 DAE**	60 DAE**	75 DAE**
TA	2,21 e	18,17 abcd	23,28 cd	36,52 abc
TB	4,59 d	19,17 abc	29,52 abc	39,11 ab
TC	10,76 b	23,25 a	32,88 ab	40,31 a
TD	10,60 b	23,29 a	28,56 abcd	40,18 ab
TE	13,98 a	20,19 ab	36,16 a	38,54 abc
TF	3,81 de	12,83 d	23,71 bcd	21,65 d
TG	5,08 cd	17,53 bcd	22,82 cd	28,70 cd
TH	5,21 cd	14,39 cd	22,51 cd	30,90 abcd
TI	7,15 c	19,62 abc	20,14 d	30,09 bcd
TJ	11,14 b	20,05 ab	31,11 abc	33,73 abc
DMS	2,26	5,56	9,31	10,12
CV%	22,77	22,19	25,88	22,41

Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola em **superfície**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TA)** 0 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ (testemunha); **(TB)** 60 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TC)** 80 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TD)** 100 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TE)** 120 Kg de P₂O₅ ha⁻¹. Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola **incorporados**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TF)** 0 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ (testemunha); **(TG)** 60 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TH)** 80 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TI)** 100 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TJ)** 120 Kg de P₂O₅ ha⁻¹. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% (**) de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV%: coeficiente de variação.

De acordo com Osvaldo Filho et al., (2006), o ideal para silagem é que a produção de massa verde seja superior a 40 ton ha⁻¹. Produções inferiores a esse valor são consideradas economicamente inviáveis. Dentre os tratamentos observados na tabela 6 aos 75 dias observa-se que não houve diferença significativa para os tratamentos onde a aplicação de calcário e gesso foi aplicada em superfície (TA, TB, TC, TD e TE) e incorporado (TH e TJ). Porém para valores de 1ª MS, não houve diferença significativa na produção de matéria pré-seca (Tabela 7) apenas para os tratamentos em que a aplicação de corretivos foi realizada em superfície (TA, TB, TC, TD e TE).

Tabela 6: Médias de massa seca (1ª MS) em milho híbrido AG-1051, com dados coletados 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAE). Povoado Santa Tereza, município de Araguatins - TO (2016).

Tratamentos	1ª MS (ton. ha ⁻¹)			
	30 DAE**	45 DAE**	60 DAE**	75 DAE**
TA	0,26 f	2,97 abc	4,85 def	10,34 ab
TB	0,59 ef	3,00 abc	6,78 abc	11,24 a
TC	1,91 b	3,75 a	7,47 ab	9,72 abc
TD	1,99 b	3,62 a	5,98 bcde	11,25 a
TE	2,54 a	3,67 a	8,02 a	9,33 abc
TF	0,80 cde	1,75 d	5,54 cdef	5,71 d
TG	0,75 de	2,63 bc	4,26 ef	7,90 bcd
TH	1,09 cd	2,25 cd	3,73 f	8,55 bc
TI	1,23 c	3,81 a	4,76 def	8,48 bc
TJ	2,34 ab	3,34 ab	6,63 abcd	7,63 cd
DMS	0,43	0,87	1,90	2,60
CV%	24,08	21,41	24,62	21,69

Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola em **superfície**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TA)** 0 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ (testemunha); **(TB)** 60 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TC)** 80 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TD)** 100 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TE)** 120 Kg de P₂O₅ ha⁻¹. Tratamentos com aplicação de calcário dolomítico e gesso agrícola **incorporados**, respectivamente, aos 45 e 30 DAS, com diferentes dosagens de fósforo: **(TF)** 0 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ (testemunha); **(TG)** 60 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TH)** 80 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TI)** 100 Kg de P₂O₅ ha⁻¹; **(TJ)** 120 Kg de P₂O₅ ha⁻¹. *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% (**) de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV%: coeficiente de variação.

6. CONCLUSÕES

Nas condições de solo e clima estudados conclui-se com a pesquisa que fazendo uma relação entre os parâmetros morfológicos e bromatológicos da planta indicadora o melhor tratamento em relação a dosagem de P₂O₅ foi a de 100 Kg ha⁻¹.

A aplicação de calcário e gesso em superfície promoveu resposta positiva em relação ao crescimento vegetativo das plantas, indicando que a utilização dessa forma de aplicação pode constituir-se numa excelente alternativa para a melhoria no desenvolvimento de plantas em sistemas de cultivo que não envolvam o preparo do solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao PIC/IFTO pelo apoio financeiro e ao professor Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite pela orientação, disponibilidade e profissionalismo durante todo o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. L.; MEROTTO JUNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F. **Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento.** Ciência Rural, 2000.

ALVAREZ V., V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO, A.C.; SOUZA, R.B. **Uso de gesso agrícola.** In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação/ Antonio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., editores. Viçosa - MG, cap. 10, p. 67-78, 1999.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; VASCO NETO, B. **Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, jan. 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. **Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 1075-1084, 2001.

ASSISTAT Versão 7.6 beta (2013) - Homepage <<http://www.assistat.com>> Por Francisco de A. S.; Silva DEAG-CTRN-UFCG – Atualização 01/08/2016.

CAIRES, E.F.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 1011-1022, 2002.

CAIRES, E.F.; KUSMAN, G.B.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho á calagem e aplicação de gessagem. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 28, p. 125-136, 2004.

CALONEGO, J.C.; POLETO, L.C.; DOMINGUES, F.N.; TIRITAN, C.S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**. Dourados, v.4, n.12, p. 84-90, 2011.

CAMPOS, M. C.C.; SILVA, V. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMANN, M. Z. Produtividade e características agronômicas de cultivares de milho safrinha sob plantio direto no Estado de Goiás. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**. Curitiba, v.8, n.1, 2010.

CARVALHO, M.C.S.; RAIJ, B.V. **Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth.** Plant Soil, n. 192, p. 37-48, 1997.

CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. **Adubação nitrogenada do milho safrinha.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.1, p.33-40, 2002.

FOLONI, J.S.S.; SANTOS, D.H.; CRESTE, J.E.; SALVADOR, J.P. **Resposta do feijoeiro e fertilidade do solo em função de altas doses de calcário em interação com a gessagem.** Colloquium Agrariae, v. 4, n. 2, p. 27-35, dez/2008. GRANT et al., 2001.

GUISCERN, J. M.; SANS, L. M. A.; NAKAGAWA, J. J.; CRUZ, C.; ISRAEL FILHO, A. P.; MATEUS, G.

P. Crescimento e desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays*, L.) em semeadura tardia e sua relação com graus-dia e radiação solar global. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Mana, Y. 9, n. 2, p. 251-260, 2001. INMET, 2016.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), 2016. Disponível em:
<<http://sisdagro.inmet.gov.br:8080/sisdagro/app/monitoramento/bhc>>, acesso em 29 de julho de 2016.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L.R.G. **Fertilidade do solo: Fertilidade do solo e produtividade agrícola**/ Roberto Ferreira Novaes ... [et al.], editores. Viçosa - MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

LUTZ JR., J.A.; GENTER, C.F.; HAWKINS, G.W. Effect of soil pH on element concentration and uptake by maize: I. P, K, Ca, Mg and Na, *Agronomy Journal*, v. 64, p. 581-583, 1972.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃO, F.O.M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho.**, Sete Lagoas: EMBRAPA, (Circular técnica, nº 20), 1995.

MARTIN, T. N.; PAVINATO, P. S.; SILVA, M. R.; ORTIZ, S.; BERTONCELI, P. **Fluxo de nutrientes em ecossistemas de produção de forragens conservadas**. Anais do IV Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá, p. 173-219, 2011.

NUERNBERG, N. J.; RECH, D. T.; BASSO, C. **Usos do gesso agrícola**. Epagri: Boletim Técnico, 122. 2.ed. Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S.; COSTA, A. Resposta da cultura do milho, em um Latossolo Vermelho Escuro álico, à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 1, p. 65-70, 2012.

OSVALDO FILHO, R.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, E. R.; ROSA, B.; SOARES, T. V.; MELLO, S. Q. S. **Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetidos a três doses de nitrogênio**. *Ciência Animal Brasileira*. Goiânia, v.7, n.1, p. 37-48, jan./mar. 2006.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas**. Ano de Obtenção: 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2003.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; MARTINS, M. B.; SENNA, M. S.; FELIPE, J. S.; DUARTE, A. D.; BICUDO, S. J. **Altura de planta, altura de inserção de espigas e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho**. XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Águas de Lindóia. Agosto, 2012.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed., EMBRAPA SOLOS, Rio de Janeiro – RJ, 2006.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes/Embrapa solos**. Embrapa Informática agropecuária – Brasília, 1999.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. **Uso de Gesso agrícola nos Solos de Cerrado**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, Circular Técnica 32, ISSN 1517-0187, jan. 2005.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. **Acidez do solo e sua correção, Fertilidade do Solo.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa – MG, p. 205-274, 2007.

STRIEDER, M. L. **Resposta do milho à redução do espaçamento entrelinhas em diferentes sistemas de manejo.** 2006, 88p, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

VANCE, C.P.; UHDE-STONE, C.; ALLEN, D.L. **Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource.** New Phytol., n. 157, p. 423-447, 2003.