



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

GELZA CARLIANE MARQUES TEIXEIRA

**INFLUÊNCIA DE FORMAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO
AGRÍCOLA NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)**

Araguatins - TO

2016

GELZA CARLIANE MARQUES TEIXEIRA

**INFLUÊNCIA DE FORMAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO
AGRÍCOLA NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO/Campus Araguatins, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite.

Araguatins - TO

2016

GELZA CARLIANE MARQUES TEIXEIRA

**INFLUÊNCIA DE FORMAS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E GESSO
AGRÍCOLA NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia, pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO/*Campus* Araguatins, sob a orientação do Professor Doutor Raimundo Laerton de Lima Leite.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite – Professor Orientador
IFTO – *Campus* Araguatins

Dr. Samuel de Deus da Silva
IFTO – *Campus* Araguatins

Msc. Márcio Rogério Pereira Leite
IFTO – *Campus* Araguatins

DEDICATÓRIA

A minha estrela, Maria do Carmo Teixeira (*in memoriam*), que mesmo em outro plano tem sempre me guiado e dado força. Mãe é por ti que tenho lutado dia após dia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo sustento espiritual e por ter me dado força para persistir diariamente todas as adversidades que surgiram na minha vida, sobretudo durante a graduação.

Agradeço a minha família, que ao longo de toda a minha vida me motivaram para conquistar tudo que hoje tenho, saibam que eu sempre lutei por vocês, cada noite de sono perdida, cada esforço físico e mental esteve firmado na premissa de que um dia será possível retribuir cada carinho e cuidado que a mim vocês proporcionam.

Sempre afirmei que sentimentos afetuosos de carinho, amor e admiração são os principais combustíveis para impulsionar um cidadão que possui a ambição de mudar a sua condição atual. E eu sempre estive cercada desses sentimentos, tive a graça de possuir mulheres incríveis que supriram a carência emocional que eu sempre tive. Mãe, tia e Elza, vocês foram fundamentais na construção da minha personalidade.

Ao longos dos anos, Deus em sua infinita sabedoria, me afastou um pouco de vocês. Contudo, me agraciou com os melhores amigos que uma pessoa pode ter, pessoas que desde muito tempo estiveram comigo, em especial Luanna, Lídia, Sâmilla, Lohana e Walas, que mais parecem anjos na minha vida. Outros que foram trazidos a mim pela faculdade e mesmo depois do pós-doutorado e de cem anos de carreira nunca deixarão de ser pessoas especiais para mim, como o Marcos, Dheime, Natanael, Daryel, Sebastião e Gustavo.

E quanto a admiração, eu sempre colecionei super-heróis, e durante a graduação eu descobri inúmeros poderes valiosos existentes. Os meus ilustres orientadores, em especial Rosângela Martins, Laerton Leite e Alfonso D'Império, foram fundamentais na minha formação, agradeço pela contribuição e dedicação que sempre tiveram comigo. E agradeço também a todos os docentes que durante uma significativa parte da minha vida estiveram presentes, seja durante as disciplinas, dando conselhos ou servindo de inspiração, tais como Roberta de Freitas e Lineardo Melo.

Também agradeço a todos os funcionários da minha segunda casa, o IFTO – Araguatins, sempre lembrarei desse lugar com profundo carinho por ter me acolhido e me tornado profissional. A todos, agradeço!

Dificuldades preparam pessoas comuns para destinos extraordinários.

(C.S. Lewis)

RESUMO

A produção agrícola nacional ainda é bastante limitada por condições climáticas, fertilidade e principalmente pela acidez de seus solos agricultáveis, sendo considerada um fator limitante para a produção agrícola em diversas áreas do mundo, sobretudo no cerrado brasileiro que aliado a baixa fertilidade natural do solo e pluviosidade nos meses de seca, ocorre um excesso na acidez das camadas sub e superficiais em decorrência da toxidez por Al e Mn, baixos níveis de saturação de 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, ocasionando diminuição do volume de solo explorado pelo sistema radicular e potencializando os efeitos negativos das estiagens. 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 e/ou gessagem que combinados podem corrigir a acidez do solo e melhorar o ambiente radicular em profundidade, reduzindo a complexação de muitos nutrientes, aumentando com isso a produtividade e redução dos custos de produção nas explorações agrícolas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento e produtividade do milho (*Zea mays* L.) de acordo com diferentes formas e épocas de aplicação de calagem e/ou gessagem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando 44 parcelas com 14,4 m² cada e área trabalhada de 633,6 m². O experimento foi instalado a partir do mês de dezembro de 2015, sendo analisados parâmetros morfológicos (altura da planta, altura média da espiga, diâmetro do colmo e desenvolvimento radicular), bromatológicos (1ª massa seca) e de produtividade (comprimento da espiga, diâmetro da espiga e do sabugo, peso da espiga com palha, peso da espiga sem palha e massa de 100 grãos), realizadas aos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A forma e época de aplicação influenciaram nos resultados, sendo que a utilização simultânea de gesso e calcário incorporados apresentou melhor resposta. Quando realizada de forma isolada, a aplicação de calcário incorporado obteve melhor desempenho.

Palavras-chave: acidez, nutrientes, produtividade.

ABSTRACT

The national agricultural production is still quite limited by weather conditions, fertility and especially the acidity of its arable land, is considered a limiting factor for agricultural production in many areas of the world, especially in the Brazilian cerrado which combined with low natural soil fertility and rainfall during the dry season, there is an excess acidity of the under and upper layers due to aluminum toxicity and Mn, low levels of base saturation and low levels of basic character cations such as calcium (Ca) and magnesium (Mg), providing unfavorable conditions the productivity of various crops, to cause damage to the root system of plants, affecting the absorption of essential nutrients, resulting in reduced soil volume explored by the root system and enhancing the negative effects of droughts. Thus, to obtain better production rates, it is necessary to reduce or eliminate the negative effects of soil acidity with the use of lime and/or gypsum which combinations can correct soil acidity and improve root environment in depth reducing the complexation of many nutrients, thereby increasing productivity and reducing production costs on farms. The objective of this study was to evaluate the development and productivity of maize (*Zea mays* L.) according to different shapes and liming application time and / or gypsum. The experimental design was a randomized block design (RBD), with four replications, totaling 44 plots of 14,4 m² each and worked area of 633,6 m². The experiment was conducted from December 2015, and morphometric parameters (plant height, average ear height, stem diameter and root development), bromatológicos (1st dry mass) and productivity (ear length, diameter cob and cob, ear weight with straw, ear weight without straw and weight of 100 grains), held on 35, 50, 65 and 80 days after emergence. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by Tukey test at 5% probability. The form and timing of application influenced the results, and the simultaneous use of gypsum and limestone embedded showed better response. When performed in isolation, the embedded lime application performed better.

Keywords: acidity, nutrients, productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Localização da área do Experimento.....	23
FIGURA 2	Dados de temperatura média e precipitação pluviométrica durante o ciclo da cultura.....	24
FIGURA 3	Área do experimento.....	26
FIGURA 4	Médias obtidas no comprimento da espiga (CE) de plantas de milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo.....	37
FIGURA 5	Médias obtidas no diâmetro da espiga (DE) e diâmetro do sabugo (DS) de plantas de milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo.....	38
FIGURA 6	Médias obtidas no peso da espiga com palha (PEc/P) e peso da espiga sem palha (PEs/P) de plantas de milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo.....	39
FIGURA 7	Médias obtidas na massa de 100 grãos (M100G) de plantas de milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo.....	40
FIGURA 8	Distribuição radicular do milho sem correção do solo (testemunha)....	41
FIGURA 9	Distribuição radicular do milho sob aplicação de calcário e/ou gesso incorporado (à direita) e em superfície (à esquerda).....	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Análise química do solo antes da implantação do projeto.....	24
TABELA 2	Análise física do solo antes da implantação do projeto.....	25
TABELA 3	Características físicas e químicas do gesso agrícola.....	27
TABELA 4	Médias obtidas na altura das plantas (AP) em milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo, com dados dos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE).....	32
TABELA 5	Médias obtidas no diâmetro do colmo (DC) em milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo, com dados dos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE).....	33
TABELA 6	Médias obtidas na altura da inserção da espiga (AE) em milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo, com dados de 65 dias após a emergência (DAE).....	34
TABELA 7	Médias obtidas na massa pré-seca (1ªMS) em milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo, com dados dos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE).....	35

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	JUSTIFICATIVA.....	13
3.	OBJETIVOS.....	14
3.1	Objetivo geral.....	14
3.2	Objetivos específicos.....	14
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
4.1	Fertilidade dos solos do Cerrado.....	15
4.2	Uso de calcário na correção da acidez do solo.....	16
4.3	Utilização da gessagem na melhoria do ambiente radicular em profundidade..	19
4.4	Considerações sobre o Milho (<i>Zea mays</i> L.).....	20
5.	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5.1	Caracterização da área experimental.....	23
5.2	Delineamento experimental e descrição dos tratamentos.....	25
5.3	Condução do experimento.....	26
5.4	Parâmetros avaliados.....	28
5.5	Análise Estatística.....	30
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
6.1	Parâmetros morfológicos de crescimento da planta indicadora (<i>Zea mays</i> L)...	31
6.2	Parâmetro bromatológico de crescimento da planta indicadora (<i>Zea mays</i> L)..	35
6.3	Análise de produtividade da planta indicadora (<i>Zea mays</i> L).....	36
6.4	Análise do desenvolvimento radicular da planta indicadora (<i>Zea mays</i> L).....	41
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
	REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A acidez do solo pode ser considerada um fator limitante à produção agrícola em muitas áreas agricultáveis do mundo, sobretudo no cerrado brasileiro, pois em decorrência da toxidez por Al e Mn e baixos níveis de saturação de bases dos solos, as raízes das plantas tem seu desenvolvimento prejudicado. E para obtenção de melhores produções agrícolas torna-se necessário atenuar ou eliminar os efeitos negativos da acidez do solo (PAULETTI et al., 2014). A calagem é a prática de correção da acidez mais comum e eficiente, pois além de neutralizar a acidez, aumenta a disponibilidade de nutrientes, diminui o teor de elementos tóxicos, melhora o ambiente radicular e restaura a capacidade produtiva do solo (SORATTO e CRUSCIOL, 2008).

A reação do calcário, entretanto, é limitada a área de aplicação do solo, devido a sua baixa solubilidade e os seus componentes serem pouco móveis no perfil do solo, então nesse caso, a ação da calagem não tem efeito relevante na redução da acidez do subsolo (CASTRO et al., 2013). Uma alternativa viável para a melhoria desse ambiente em profundidade é a aplicação de gesso agrícola (NORA et al., 2014).

O uso combinado desses produtos pode corrigir a acidez do perfil do solo, reduzir a complexação de fósforo por soluções iônicas (Al^{++} , Fe^{++} e Ca^{+}), aumentar a disponibilização de magnésio (Mg) e potássio (K) na solução do solo, aumentando a eficiência de adubações, elementos vistos como essenciais para o aumento da produtividade e seus usos representarem o maior custo de produção das explorações agrícolas (SARMENTO et al., 2001). Porém ainda há dúvidas sobre as condições em que se podem esperar efeitos favoráveis do gesso nas produções das culturas e quanto ao método de recomendação do produto.

Considerando a problemática da acidez e baixa disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas em solos agricultáveis brasileiros, que são características preocupantes devido as restrições causadas ao desenvolvimento da planta (ZANDONÁ et al., 2015), indica-se que sejam realizadas pesquisas para determinação do modo (superfície e incorporado) e época de aplicação mais eficiente do calcário associado ou não ao gesso para correção dessa acidez, proporcionando crescimento do sistema radicular em profundidade e maior absorção de água e nutrientes pela planta.

Para esse tipo de avaliação geralmente são utilizadas plantas com ciclo curto e elevadas exigências nutricionais, como o milho, uma cultura bastante responsiva à

variação de manejo. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento e produtividade do milho de acordo com as formas e épocas de aplicação de calagem e/ou gessagem.

2. JUSTIFICATIVA

A agricultura brasileira ainda é bastante limitada por condições climáticas, fertilidade e principalmente pela acidez dos solos agricultáveis. Essa elevada acidez pode ser um evento natural, mas em grande parte dos casos a sua causa refere-se a realização de manejos inadequados, o que durante muito tempo foi considerado um reflexo comum das explorações agrícolas.

Tendo em vista essa problemática e a intensa busca pela adoção de um novo modelo de agricultura baseado em formas alternativas para a produção com uma minimização dos impactos causados ao solo, a realização de pesquisas que visem otimizar os efeitos favoráveis das práticas no campo, são de grande relevância econômica, social e ambiental, pois geram na comunidade acadêmica uma visão mais aberta do processo produtivo, integrando a viabilidade econômica de produção com os impactos ambientais.

As novas tecnologias geradas podem ser transferidas a sociedade na forma de técnicas mais viáveis de produção, tais como a otimização da ação de corretivos com reatividade complexa, como o calcário e gesso, com uma recomendação de aplicação mais eficiente, potencializando assim a produção agrícola no âmbito local, regional e nacional.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar as alterações no desenvolvimento e produtividade do milho com o intuito de recomendar a maneira mais eficiente de utilização de calagem e/ou gessagem.

3.2 Objetivos específicos

- Definir quando e como realizar aplicações de gesso agrícola, visando a correção de camadas subsuperficiais e melhorias do ambiente radicular das plantas;
- Comparar à resposta da planta à correção com calcário e/ou gessagem, com aplicação em superfície e/ou incorporado.
- Contribuir para a realização da calagem e gessagem mais eficiente e melhor aprofundamento do sistema radicular das plantas, para possivelmente aumentar a melhoria na absorção de nutrientes e resistência a veranicos;

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Fertilidade dos solos do Cerrado

O Cerrado é uma formação vegetal localizada na região central do Brasil, compondo um mosaico de tipos de vegetação, solo, clima e topografia bastante heterogêneos (WWF, 2016). Considerado o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela Floresta Amazônica. Ocupa uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional, estendendo-se pelos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, São Paulo e Distrito Federal, além dos encaves no Amapá, Roraima e Amazonas (AQUINO e AGUIAR, 2007).

O Bioma Cerrado faz fronteira com a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, o Pantanal e a Caatinga. São encontrados nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade (MMA, 2016). Considerado um *hotspots* mundial de biodiversidade, o Cerrado apresenta extrema abundância de espécies endêmicas e uma grande diversidade de habitats, que determinam uma notável alternância de espécies entre diferentes fitofisionomias (AQUINO e AGUIAR, 2007).

Além dos aspectos ambientais, o Cerrado tem grande importância social. Muitas populações sobrevivem de seus recursos naturais, incluindo etnias indígenas, geraizeiros, ribeirinhos, babaçueiras, vazanteiros e comunidades quilombolas que, juntas, fazem parte do patrimônio histórico e cultural brasileiro, e detêm um conhecimento tradicional de sua biodiversidade (KLINK e MACHADO, 2005).

O Cerrado tem sofrido muitas alterações com a ocupação humana. A crescente pressão para a abertura de novas áreas, potencialmente nas últimas três décadas pela expansão da fronteira agrícola, na busca por um incremento na produção de carne e grãos para exportação, tem formado um progressivo estado de esgotamento dos recursos naturais da região (AQUINO e AGUIAR, 2007).

A incorporação desenfreada de novas áreas na cadeia de produção agrícola, em especial de culturas anuais, tem conduzido à utilização de práticas de manejo do solo intensivas e não adaptadas às condições edafoclimáticas típicas dessas regiões. Em consequência, a degradação física, química e biológica destes solos tem

aumentado, com reflexo na queda crescente da produtividade, levando a perdas econômicas e ambientais (FERNANDES e SOUZA, 2006) e limitando a expansão horizontal pela gradativa redução de novas áreas com potencial agricultável.

No Cerrado, registra-se a existência de 88 milhões de hectares (ha) ocupado por pastagens e lavouras e mais de 100 milhões de hectares com reservas e áreas urbanas (KLINK e MACHADO, 2005). Contudo, a maioria dos solos desta região constitui-se de elevadas limitações à produção de alimentos, no que diz respeito à baixa fertilidade natural do solo. São solos ácidos que apresentam baixa disponibilidade de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco (Zn), boro (B) e cobre (Cu). Possuem ainda alta saturação por alumínio (m%) bem como alta capacidade de fixação de fósforo (SANTOS et al., 2009).

Aliado a baixa fertilidade natural, existem outros fatores que atuam como limitantes à produção, tais como: a existência de uma estação seca bem definida, com duração de 5 a 6 meses (abril a setembro); a ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa (“veranicos”), geralmente associados a altas taxas de evapotranspiração; a baixa capacidade de retenção de água; e o limitado desenvolvimento do sistema radicular da maioria das culturas, em função da toxicidade de Al e/ou deficiência de Ca nas camadas subsuperficiais do solo (VILELA et al., 2010).

O conhecimento da variabilidade espacial do solo é importante na avaliação da fertilidade para fins de recomendação de adubação, implantação e manejo das culturas agrícolas. A heterogeneidade, tanto vertical como horizontal é determinada pela natureza dos fatores responsáveis pela sua formação (SANTOS et al., 2009). Dessa maneira, faz-se necessário definir os atributos de solo e do ambiente sensíveis ao manejo, permitindo o acompanhamento das mudanças na qualidade do solo. Esta informação poderá então ser utilizada para sugerir modificações nos sistemas de manejo em uso pelos produtores, a tempo de evitar a degradação do solo pela erosão e queda da fertilidade (SILVA et al., 2014).

4.2 Uso de calcário na correção da acidez do solo

O Brasil tem sido um dos grandes protagonistas no incentivo do agronegócio mundial. Sua área cultivada com grãos (algodão, soja, milho, amendoim, arroz, feijão, girassol, mamona, sorgo, aveia, canola, centeio, cevada, trigo e triticale) na safra

2014/15 foi estimada em 57,39 milhões de hectares, cerca de 0,6 % superior a safra do ano anterior. A produção na safra 2014/15 foi de 200,8 milhões de toneladas, 3,4 % superior a safra 2013/14, sendo os Estados de Mato Grosso (MT), Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS) responsáveis por 24,1, 18,4 e 14,8% respectivamente de toda essa produção nacional. A produtividade de grãos teve um aumento de 2,7%, passando de 3.394 kg/ha na safra 2013/14, para 3.486 kg/ha na safra 2014/15 (CONAB, 2015).

Contudo, a produção agrícola nacional ainda é bastante limitada por condições climáticas, fertilidade e principalmente pela acidez dos solos agricultáveis (ZANDONÁ et al., 2015). Os solos naturalmente podem ser ácidos em decorrência do material de origem e da intensidade da ação de agentes de intemperismo, como clima e os organismos. Além disso, regiões sujeitas a processos erosivos, sejam por condições climáticas ou por manejo inadequado do solo podem tornar-se acidificadas, pela remoção de cátions de caráter básico do complexo de troca, expondo os horizontes subsuperficiais, que são geralmente mais ácidos (PESSONI, 2012).

O termo ácido pode ser entendido como qualquer substância que em solução aquosa libera íons hidrogênio (H^+) ao meio, desse modo, deve ocorrer uma reação de neutralização, para que a acidez seja corrigida (RAIJ, 2011). A acidificação do solo tem sido considerada uma causa comum para a limitação na produção agrícola em diversas regiões do mundo, inclusive na região do Cerrado brasileiro, onde a agricultura ainda é bastante limitada pela baixa fertilidade natural do solo e pluviosidade nos meses de seca (CARDOSO et al., 2014).

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 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 (CASTRO et al., 2013).

Solos acidificados, quando corrigidos adequadamente apresentam alto potencial agrícola. Com a tecnificação da agricultura tornou-se possível atenuar ou eliminar os efeitos negativos da acidez do solo com a utilização de corretivos, que são materiais que contêm carbamatos, óxidos, hidróxidos ou silicatos de cálcio e /ou

magnésio como princípio ativo (CARDOSO et al., 2014). No Brasil, os corretivos mais utilizados na agricultura são os de rochas calcárias moídas conhecidos por calcários, sendo classificados de acordo com a concentração de MgO (RAIJ, 2011).

A calagem quando usada de forma adequada promove além da correção da acidez do solo pelo aumento do pH, a neutralização do Al^{3+} tóxico, estimula a atividade microbiana, melhora a fixação simbiótica de N pelas leguminosas, aumenta a disponibilidade de nutrientes como o Ca^{2+} e o Mg^{2+} para as plantas, além de preservar o teor de matéria orgânica do solo (PAULETTI et al., 2014), proporcionando condições favoráveis ao crescimento do sistema radicular e absorção de água e nutrientes pelas plantas (ZANDONÁ et al., 2015).

Contudo, a quantidade de calcário a ser aplicado deve ser sempre baseada em análise prévia do solo, pois uma dosagem excessiva é considerada tão prejudicial quanto à acidez elevada, sendo ainda mais agravante pela maior dificuldade na correção. Uma supercalagem pode provocar a deficiência de outros nutrientes, sobretudo o fósforo, zinco, boro e manganês pela precipitação desses nutrientes (RAIJ, 2011).

A maioria dos casos de supercalagem deve-se à tentativa de corrigir a acidez de camadas mais profundas, pois em grande parte dos solos agricultáveis a acidez não se limita apenas a camada superficial, principalmente pelo fato da baixa solubilidade dos produtos utilizados, havendo geralmente restrições dos produtos da reação do calcário nas camadas do subsolo, que também é considerada potencialmente acidificada e limitante à produção (SOUZA et al., 2012).

A correção da acidez no subsolo pode ser feita por meio de calagem profunda. Contudo, essa prática necessita de revolvimento do solo, razão porque não é de interesse em áreas já estabelecidas com sistemas de cultivo que não envolvem preparo convencional (PAULETTI et al., 2014). Uma alternativa mais viável é a aplicação de gesso agrícola (NORA et al., 2014; CARDOSO et al., 2014).

4.3 Utilização da gessagem na melhoria do ambiente radicular em profundidade

O gesso é um importante insumo para a agricultura, sendo basicamente o sulfato de cálcio diidratado ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), obtido tanto do subproduto da indústria de fertilizantes que utilizam como matéria-prima a rocha fosfática, que ao reagir com o

ácido sulfúrico em meio aquoso, produz o sulfato de cálcio e o ácido fluorídrico (RAMOS et al., 2013; SOUSA et al., 2007) ou ainda da exploração da rocha mineral gipsita.

A gipsita é considerada um mineral bastante solúvel, de coloração variável entre incolor, branca, cinza, amarronzada, a depender das impurezas contidas nos cristais. A sua composição química média apresenta 32,5% de CaO, 46,6% de SO₃ e 20,9% de H₂O. Na agricultura, a gipsita tem sido cada vez mais utilizada na correção de solos alcalinos onde, ao reagir com o carbonato de sódio, dá origem ao carbonato de cálcio e o sulfato de sódio, substâncias de grande importância agrícola. É também utilizada como corretivo de solos deficientes em enxofre, para possibilitar a assimilação do potássio e o aumento do conteúdo de nitrogênio (SOBRINHO et al., 2001).

Este produto é aplicado na camada superficial do solo e por ser potencialmente mais solúvel, movimenta-se no perfil pela influência da água, que atua como veículo de transferência de elementos químicos, nutrientes e outros elementos, deposita-se na camada subsuperficial (RAIJ, 2011), onde ocorre a troca iônica do Al³⁺ na superfície de troca pelo Ca²⁺, formando o par iônico AlSO₄⁺, que não é tóxico para as plantas e a precipitação do Al³⁺ na forma de oxihidróxido, o que favorece o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade, permitindo às plantas superarem veranicos e usar com mais eficiência a água e os nutrientes disponíveis no solo (ZANDONÁ et al., 2015).

Aliado a neutralização da acidez da camada mais subsuperficial, o gesso agrícola ainda pode ser utilizado para corrigir a deficiência de cálcio e de outros nutrientes, por possuir em sua constituição significativos teores de Ca (17 a 20 dag/kg), de S (14 a 17 dag/kg), de P₂O₅ (0,6 a 0,75 dag/kg), de F (0,6 a 0,7 dag/kg), de Mg (0,12 dag/kg), além da presença de micronutrientes (B, CU, Fe, Mn, Zn, Mo e Ni) e de outros nutrientes (Co, Na, Al, As, Ti, Sb e Cd) permitindo assim, que esse material seja utilizado, principalmente como fonte de Ca e S e na correção de camadas subsuperficiais com altos teores de Al³⁺ e/ou baixos teores de Ca²⁺, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade (ALVAREZ V. e RIBEIRO, 1999; LOPES e GUILHERME, 2007).

Nos solos do Cerrado, cerca de 70% das áreas agricultáveis apresentam índices de saturação de alumínio acima de 10% na subsuperfície do solo, valor considerado prejudicial ao desenvolvimento do sistema radicular de grande parte das plantas. Além deste potencial problema à produtividade agrícola da região, cerca de 86% da área destinada a produção possui teores de cálcio inferiores a 0,4 cmol_c/dm³

(SOUSA et al., 2005). Contudo, em estudos realizados com a cultura do milho foram constatados que a utilização de gesso agrícola foi eficiente na solução de problemas relacionados a disponibilidade de nutrientes (enxofre, cálcio e magnésio), a saturação por alumínio e ao aumento do volume explorado pelo sistema radicular e, conseqüentemente, a produção de grãos e acúmulo de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2005).

A eficiência do gesso agrícola na melhoria das propriedades químicas do subsolo e sua resposta como condicionador do ambiente radicular em profundidade têm sido observadas para uma grande diversidade de culturas e demonstrada em vários trabalhos, destacando-se a cultura de milho (*Zea mays* L.) (CAIRES et al., 2004; SOUSA et al., 2005). Porém ainda há dúvidas sobre os benefícios que o gesso pode trazer ao solo em profundidade e sua relação com as adubações realizadas, visto que altas concentrações de Al tóxico refletem na imobilização de certos nutrientes (PAULETTI et al., 2014).

4.4 Considerações sobre o milho (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta de metabolismo C4, pertencente a tribo Mydæ, família Graminae (Poaceae), subfamília Panicoidae, gênero *Zea*, incluindo dois subgêneros: *Luxuriantes* e *Zea*, sendo o milho (*Zea mays* L.) uma espécie separada dentro do subgênero *Zea*, junto com outras três espécies. Quanto a sua origem, arqueólogos afirmam que este já era cultivado a cerca de 7 a 10 mil anos no México – América Central (BORÉM e GIÚDICE, 2008). Acredita-se que o milho descende de uma planta chamada teosinto, pois estas possuem genomas semelhantes e se cruzam facilmente, porém o teosinto possui características que conferem menor grau de domesticação que as variedades modernas de milho (VEASEY et al., 2011).

O milho é um dos vegetais superiores mais estudados, possuindo a caracterização genética mais detalhada dentre as espécies cultivadas. É uma espécie diplóide e alógama de caráter monóico e morfologia característica que resultou da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas (MAGALHÃES, 2002). Assim, através da seleção natural e domesticação, esta gramínea tornou-se uma planta anual, robusta e ereta, com altura que varia de 1 a 4 metros e com finalidade de produção de grãos (COELHO, 2006). É, ainda,

considerada evolutivamente adaptada por possuir mecanismos que garantem alta resistência a seca, tais como: sistema radicular extenso, pequeno tamanho das células, cutícula foliar, mudanças no ângulo foliar, comportamento e frequência estomática, acúmulo de metabólito intermediário, ajuste estomático e resistência à desidratação (SILVA et al., 2006).

O *Zea mays* L. é considerado uma das mais importantes fontes de alimento da atualidade, sendo cultivado em quase todas as regiões agrícolas do mundo. Porém para que haja uma boa produtividade a planta é bem exigente em nutrientes e necessita ser cultivada em solos com pH em torno de 5,5 ou 6,0 (CANTARELLA e DUARTE, 2008) e precipitação variando de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por planta durante o seu ciclo fica em torno de 600 mm. Estresses hídricos em determinados estágios de desenvolvimento fisiológicos, tais como florescimento, pode comprometer drasticamente o rendimento da produção, principalmente se for aliado à escassez de nutrientes e condições agrônômicas inapropriadas ao pleno desenvolvimento da planta (MAGALHÃES, 2002).

O milho segue um padrão de desenvolvimento fisiológico que divide-se em estágios vegetativos (VE a VT) e reprodutivos (R1 a R6), que vão desde a emergência das sementes (VE) à maturação fisiológica da planta. Dentre estes a planta segue por períodos bastante críticos ao desenvolvimento, a tratar do estágio V12 onde o tamanho e o número de óvulos de cada espiga é definido. Além deste, o período de florescimento (VT-R1), fase de pendramento do milho e emissão da boneca, bem como o enchimento os grãos (R2 a R6) quando então haverá depósito de matéria seca nos grãos, determinam o rendimento final da produção (MAGALHÃES, 2011).

A produção de milho se caracteriza pela divisão da safra em duas épocas de plantio. O plantio de verão, que é a safra principal realizado na época tradicional de cultivo, ou seja, no período chuvoso, que no Norte vai de novembro a março. E mais recentemente, a produção tem aumentado pela segunda safra obtida, chamada também de safrinha, a qual refere-se ao milho de sequeiro plantado quase sempre depois da cultura da soja. Isso se deve aos significativos avanços nas pesquisas realizadas com a cultura, as quais tem desenvolvido cultivares com alto poder de produção e adaptabilidade às condições adversas de clima e solo, bem como pouca exigência tecnológica (MAGALHÃES, 2011).

No mercado nacional a importância desse cereal reside em sua capacidade de gerar mão-de-obra, visto que em virtude de suas características de produção, essa

cultura tem grande participação na geração de empregos no setor rural. O milho é ainda o principal insumo para a produção de rações para animais domésticos (cerca de 80% do milho produzido), para alimentação humana (cerca de 13 %) e o restante constitui-se como matéria-prima para diversos produtos industrializados, movimentando grandes complexos industriais e gerando empregos (NOGUEIRA NETTO, 1996; FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

O milho cumpre, ainda, papel técnico importante para a viabilidade de outras culturas, como a soja e o algodão, por meio da rotação de culturas, minimizando possíveis problemas como nematóides de galha, nematóide de cisto e doenças como o mofo branco e outras, dando sustentabilidade para diferentes sistemas de produção em muitas regiões agrícolas do Brasil e do mundo (SILVA et al., 2006).

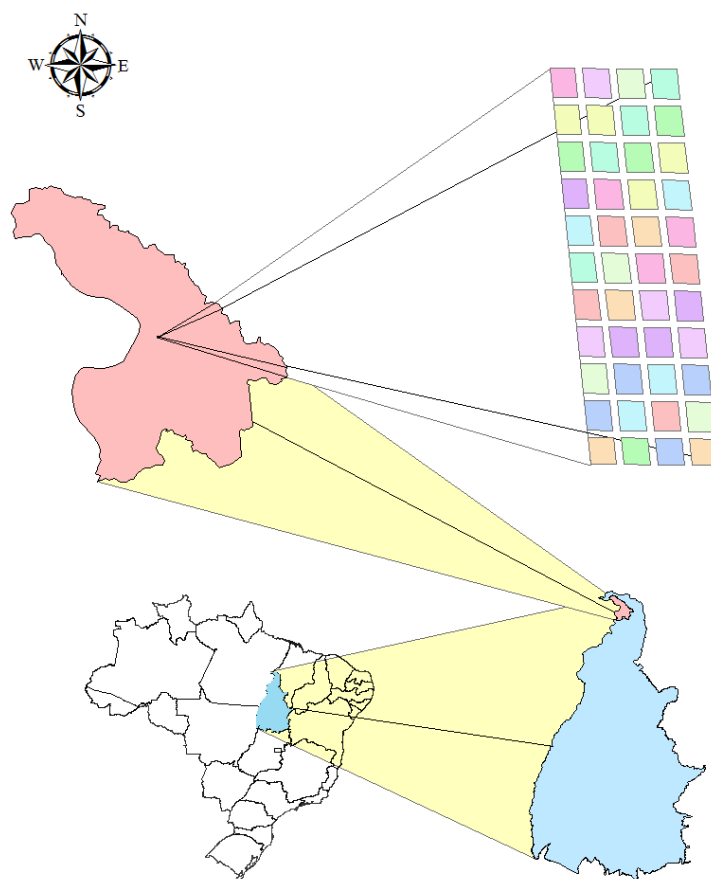
O milho foi utilizado nesta pesquisa como planta indicadora de qualidade do solo e deficiência nutricional, por ser considerada uma cultura altamente responsiva a variações no manejo do solo, como correção e adubação. Então, considerando a problemática da acidez dos solos agricultáveis brasileiros que, em muitos casos, é uma característica preocupante devido as restrições causadas ao desenvolvimento da planta (CAIRES et al., 1999), indica-se que sejam realizadas pesquisas para determinação do modo (superfície e incorporado) e época de aplicação mais eficiente do calcário associado ou não ao gesso para correção dessa acidez, proporcionando crescimento do sistema radicular em profundidade e maior absorção de água e nutrientes pela planta, sobretudo o fósforo.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado em condições de campo no povoado Santa Tereza, localizado no município de Araguatins – TO, nas coordenadas aproximadas de 05° 55' 69" S e 48° 05' 00" W, a 612 km da capital Palmas (Figura 1). O clima característico da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, ou seja, clima tropical com estação seca de Inverno. A localização apresenta precipitação média anual de 1500 mm, temperatura média de 28,5°C e altitude de 103 m (INMET, 2015).

FIGURA 1: Localização da área do experimento.

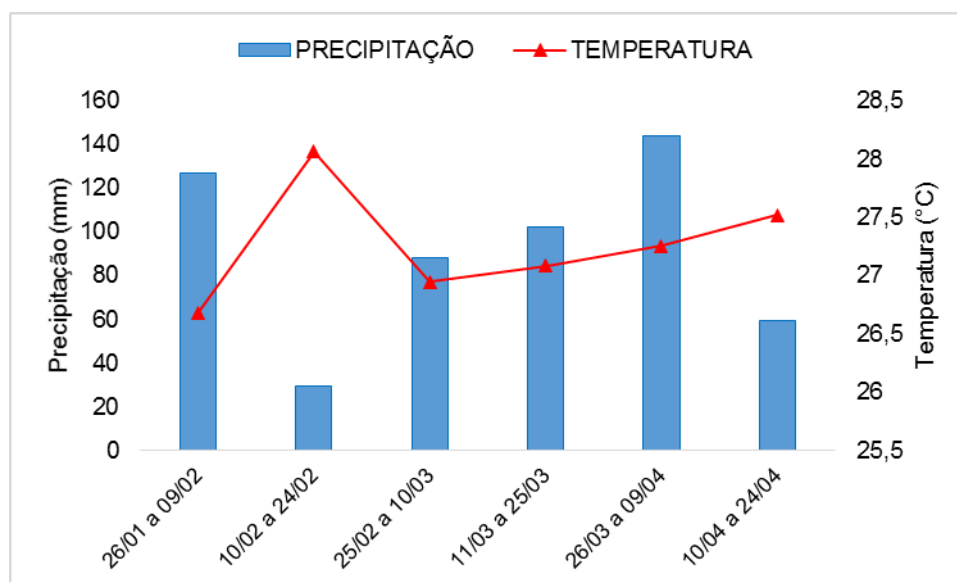


Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Os dados meteorológicos do período de condução do experimento foram obtidos no sistema de dados disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de

Meteorologia) da estação meteorológica de Araguatins – TO, estando dispostos na figura 2.

FIGURA 2 - Dados temperatura média e precipitação pluviométrica durante o período o ciclo da cultura.



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

O experimento foi instalado em solo classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Neossolo Quartzarênico Órtico típico. Estes solos apresentam muito baixa coesão e elevada susceptibilidade à erosão. Esta condição, em associação com sua elevada permeabilidade e baixa retenção de água e de nutrientes, confere elevada fragilidade aos Neossolos Quartzarênicos, que necessitam de práticas conservacionistas específicas para se manterem produtivos (SANTOS et al., 2006).

Previamente a instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental para análise química (teores de P, K, Ca, Mg, Al, (H+Al), M.O. (matéria orgânica) e pH) (Tabela 1) e físicas (Areia, Silte e Argila) (Tabela 2), de acordo com o Manual de Análises Químicas desenvolvido por Silva (1999), nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

TABELA 1 - Análise química do solo antes da implantação do projeto.

Profundidade (cm)	pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V
		mg/dm ³		cmol _c /dm ³						%
0-20	5,4	12,76	157	1,8	1,0	0,2	3,14	3,20	6,34	50,53
20-40	5,1	2,20	98	1,2	0,9	0,4	3,47	2,35	5,82	40,42

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

TABELA 2 - Análise física do solo antes da implantação do projeto.

Profundidade (cm)	AREIA	ARGILA	SILTE
	%		
0-20	80,91	7,72	11,36
20-40	79,23	11,04	9,72

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando 44 parcelas com 14,4 m² cada e área trabalhada de 633,6 m². O experimento foi instalado a partir do mês de dezembro de 2015, com os tratamentos descritos abaixo distribuídos aleatoriamente na área experimental (Figura 3):

A- Cultivo de milho sem correção da acidez (testemunha);

- Tratamentos com aplicação de calcário e gesso agrícola em superfície:

B- Cultivo de milho com aplicação de calcário aos 45 dias antes da semeadura;

C- Cultivo de milho com aplicação de gesso agrícola aos 45 dias antes da semeadura;

D- Cultivo de milho com aplicação de calcário aos 30 dias e gesso agrícola aos 45 dias antes da semeadura;

E- Cultivo de milho com aplicação de gesso agrícola aos 30 dias e calcário aos 45 dias antes da semeadura;

F- Cultivo de milho com aplicação de gesso agrícola e calcário aos 45 dias antes da semeadura.

- Tratamentos com aplicação de calcário e gesso agrícola incorporado:

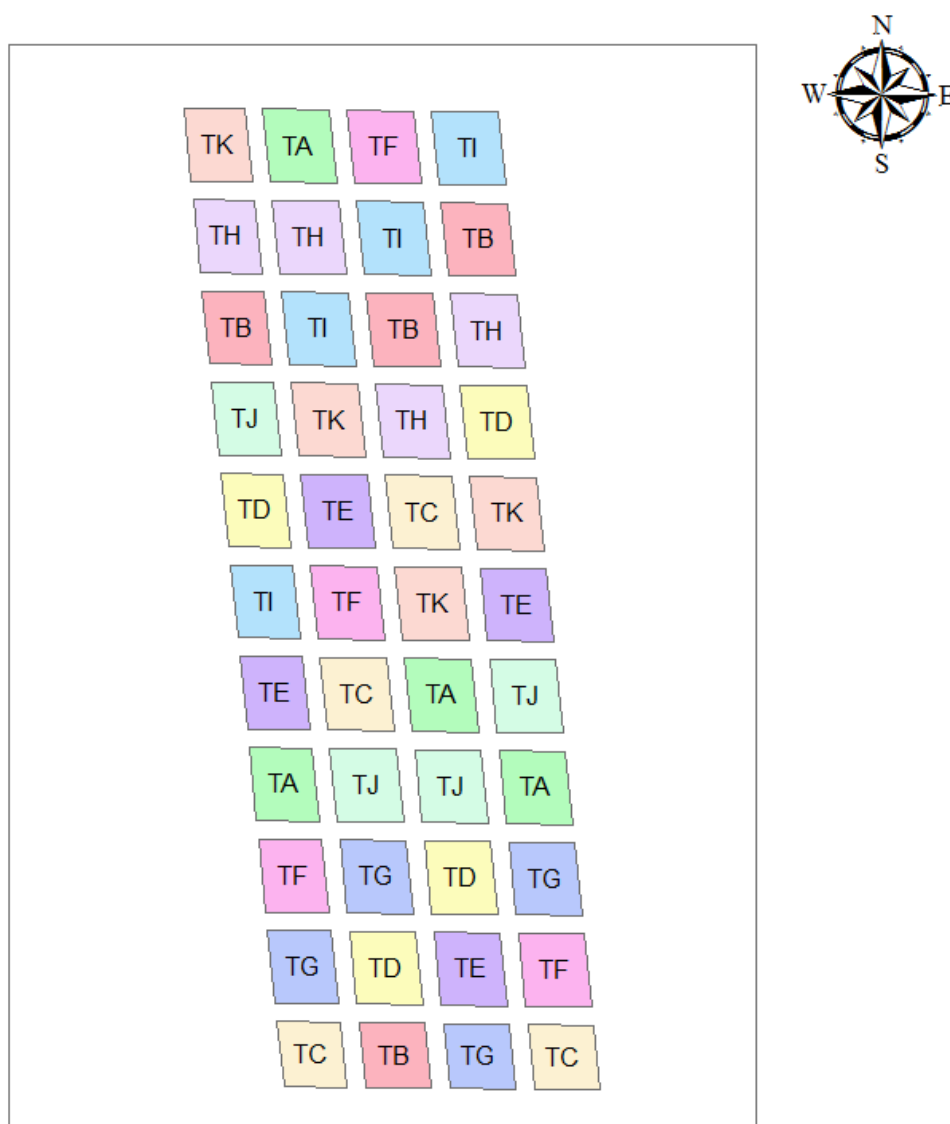
G- Cultivo de milho com aplicação de calcário aos 45 dias antes da semeadura;

H- Cultivo de milho com aplicação de gesso agrícola aos 45 dias antes da semeadura;

I- Cultivo de milho com aplicação de calcário aos 30 dias e gesso agrícola aos 45 dias antes da semeadura;

J- Cultivo de milho com aplicação de gesso agrícola aos 30 dias e calcário aos 45 dias antes da semeadura;

K- Cultivo de milho com aplicação de gesso agrícola e calcário aos 45 dias antes da semeadura.

FIGURA 3: Área do experimento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.3 Condução do experimento

O solo foi preparado com a realização de duas gradagens a 20 cm de profundidade para descompactação e nivelamento do terreno. A dosagem de corretivo aplicado foi determinado a partir da análise do solo antes da implantação do projeto, sendo respectivamente 0,76 ton/ha e 0,35 ton/ha, para calcário dolomítico e gesso agrícola (Tabela 3), sendo distribuídos de forma manual, baseado nos tratamentos descritos acima.

TABELA 3: Características físicas e químicas do gesso agrícola.

LAUDO GRANULOMÉTRICO DO MATERIAL	
Peneira	% Retido
0,840 mm	15,56
0,420 mm	14,07
0,210 mm	9,63
0,149 mm	8,15
0,105 mm	7,41
<0,105 mm	45,19
TOTAL	100,00
ANÁLISE QUÍMICA	
Nutriente	%
Ca	23,70
S	15,20
F	0,61

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

As adubações de NPK foram calculadas com base no resultado da análise química do solo (Tabela 1), demanda da cultura e textura do solo (Tabela 2). Sendo utilizado como adubação de plantio, 20 kg/ha de nitrogênio na forma de Sulfato de Amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 20% de N), 100 kg P_2O_5 /ha na forma de Superfosfato Simples (SSP - 21% de P_2O_5) e 40 kg de K_2O na forma de Cloreto de Potássio (KCl - 60% de K_2O). E uma adubação de cobertura foi realizada aos 30 dias após a emergência, com aplicação de 100 kg/ha de nitrogênio na forma de ureia (45% de N).

As parcelas foram constituídas de cinco linhas de quatro metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,9 m. Considerando-se, como parcelas úteis, as três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m das suas extremidades. A semeadura foi realizada aos 45 dias após a primeira aplicação de calcário e gesso, de forma manual, com covas distanciadas a 0,9 metros entre linhas e 6 a 7 sementes por metro linear, para atingir uma densidade de aproximadamente 70.000 plantas/ha.

Utilizou-se a cultivar de milho híbrido AG-1051 da Agrocere, caracterizado pela arquitetura foliar aberta, ciclo semiprecoce (soma térmica de 875°C dia), grãos dentados amarelo, altura de planta e altura de inserção de espiga com 2,20 m e 1,12 m, com recomendação para produção de grãos, silagem e milho verde (CALONEGO et al., 2011).

Aos 20 dias após a emergência foi realizado o desbaste. O controle de plantas daninhas para a redução de perdas por competitividade, principalmente aos primeiros 50 dias após o plantio, foi realizado com aplicação do herbicida Glifosato AKB na dosagem de 200 mL/20L, sete dias antes do plantio. Foi realizada aplicação de

inseticida (KESHET 25 EC) para controle da lagarta-do-cartucho. Os parâmetros analisados estão descritos abaixo:

5.4 Parâmetros avaliados

- Componentes morfológicos:

As análises das características fitométricas foram realizadas aos 35, 50, 65 e 80 dias após a germinação, em três plantas tomadas de forma aleatória na área útil de cada parcela experimental, totalizando 132 plantas por coleta. As plantas escolhidas casualmente na primeira coleta foram devidamente identificadas, sendo as demais análises realizadas nas mesmas plantas.

A metodologia utilizada para análise dos componentes morfológicos foi baseada em Oliveira et al. (2012), e encontra-se descrita a seguir:

a.1) Altura da planta: obtida com auxílio de uma régua graduada, considerando-se a distância da base da planta até a curvatura da folha-bandeira (última folha estendida), o resultado em cm foi dado pela média das plantas avaliadas;

a.2) Altura da inserção da espiga: determinada no fim do ciclo da cultura, medindo-se da base da planta até a inserção da primeira espiga, obtendo-se, então, o valor médio em cm;

a.3) Diâmetro do colmo: obtido com auxílio de paquímetro digital da marca Caliper, medindo-se o diâmetro a 15 cm do solo, sendo o resultado dado em mm pela média das plantas avaliadas;

a.4) Desenvolvimento radicular: as análises do sistema radicular foram determinadas no fim do ciclo. Foram selecionados casualmente uma parcela de cada tratamento, avaliando-se uma linha de plantio dentro da área útil, onde, perpendicularmente a ela foi aberto uma trincheira de 100 cm de largura por 40 cm de profundidade, com parede vertical a 5 cm da planta. As raízes foram expostas com hastes pontiagudas de metal, as quais foram pintadas com cal hidratada, proporcionando dessa forma um contraste de fundo (solo escuro) e as raízes (brancas).

Em seguida foi utilizado um grid de madeira com as mesmas dimensões, sendo formado uma malha quadriculada com fios de barbantes espaçados de 5x5 cm, possibilitando desenhar, em escala, a distribuição das raízes no perfil. As imagens do sistema radicular foram registradas com auxílio de uma câmera fotográfica digital, para

posterior análise e construção dos gráficos usando o programa Paint (SILVA et al., 2000).

- Componente bromatológico:

O uso da silagem tem sido apontado como importante na produção animal, principalmente durante o período de entressafra, quando há escassez de alimentos para os ruminantes. Nesse cenário, o milho tem obtido um papel de destaque entre as plantas forrageiras, por apresentar alto rendimento de massa verde por hectare, além de qualidades nutricionais, possibilitando produções e alto valor nutritivo de silagem (JAREMTCHUK et al., 2005).

Por essa razão, foram determinados as propriedades bromatológicas das plantas conduzidas no experimento. Para tal, foram realizadas coletas aos 35, 50, 65 e 80 dias após a germinação, em três plantas tomadas de forma aleatória da área útil de cada parcela experimental, totalizando 132 plantas por coleta.

a.6) Massa Seca (1^{a} MS ou ASA): após a pesagem da matéria verde, o material foi submetido a secagem em estufa com circulação de ar a 60°C (amostra seca ao ar – ASA) por 72 horas, sendo o peso posteriormente aferido com a utilização de balança analítica de precisão de 0,0001 g.

As análises descritas acima foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO/*Campus* Araguatins, o qual dispôs de todos os equipamentos necessários e acompanhamento de técnicos capacitados durante a realização dos procedimentos.

- Análise de produtividade

Para avaliação dos componentes de produção foram coletadas 10 espigas, ao acaso, das linhas principais de cada uma das parcelas do experimento, totalizando 440 espigas avaliadas. Segundo a metodologia descrita por Oliveira et al. (2012), foram determinados os seguintes parâmetros:

a.8) Peso da espiga com palha: as espigas foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001g, para se obter o peso médio de uma espiga com palha, em gramas;

a.9) Peso da espiga sem palha: as espigas foram pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001g, para se obter o peso médio de uma espiga despalhada, em gramas;

a.10) Comprimento da espiga: após a despalha das espigas, foi medido a distância entre o primeiro e o último grão da linha mais longa, obtendo-se, assim, o valor médio do comprimento da espiga, em centímetros;

a.11) Diâmetro da espiga: obtido pela medição do diâmetro na região mediana da espiga com auxílio de paquímetro digital;

a.12) Massa de 100 grãos: após a debulha das espigas de cada parcela, foi realizada a homogeneização do lote e, posteriormente, foram separadas três repetições de 100 gramas, os quais foram pesados em balança analítica digital, obtendo-se a massa de 100 grãos da parcela por meio da média das três pesagens.

5.5 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os testes estatísticos foram realizados com o auxílio do programa ASSISTAT e os gráficos elaborados no Microsoft Excel.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Parâmetros morfológicos de crescimento da planta indicadora (*Zea mays* L.):

A realização de estudos com plantas cultivadas tem como objetivo incrementar a produção, estimulando fatores como crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas (SOUZA et al., 2010). A arquitetura da planta de milho demonstra a sua qualidade, sendo assim, é considerada uma característica anatômica importante, pois interfere na qualidade da luz que penetra no dossel (PEREIRA et al., 2009).

A altura da planta (Tabela 4) e diâmetro do colmo (Tabela 5), apresentaram diferenças significativas em todos os períodos de avaliação, sendo observado um crescimento mais acentuado aos 35 dias após emergência no J (gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS incorporado). Corroborando com esse resultado, RAIJ (2011) afirma que efeitos positivos no uso de doses de calcário e gesso podem ser mais frequentemente obtidos com aplicação combinada desses insumos.

Observa-se um significativo incremento na altura das plantas (Tabela 4) nos tratamentos com utilização de calcário e/ou gesso, sobretudo aos 35 e 65 dias após a emergência, sendo apenas o tratamento F (gesso e calcário aplicado em superfície aos 45 DAE) semelhante ao tratamento testemunha aos 50 e 80 dias após a emergência.

Dessa forma, pode ser afirmado que ao longo do desenvolvimento da planta, exceto para os tratamentos em que foram realizados a aplicação isolada de gesso seja independente da forma de aplicação, bem como o tratamento que utilizou a aplicação simultânea de gesso e calcário de forma superficial, podem ser benéficos para a planta, que ao longo do tempo tem as características químicas do ambiente de seu crescimento gradativamente melhorado (ZANDONÁ et al., 2015).

TABELA 4: Médias obtidas na altura das plantas (AP) em milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo, com dados aos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE). Araguatins - TO, 2016.

Tratamentos ⁽¹⁾	AP (cm)			
	35 DAE	50 DAE	65 DAE	80 DAE
A	90,08 e	181,67 d	183,67 c	181,33 d
B	110,58 bc	207,33 bc	210,83 b	214,25 ab
C	103,50 cd	204,42 bc	211,00 b	205,00 bc
D	110,00 bc	211,84 ab	217,41 ab	218,67 ab
E	110,99 bc	214,74 ab	217,83 ab	221,17 ab
F	107,08 cd	194,66 cd	210,33 b	190,75 cd
G	116,50 b	215,58 ab	219,08 ab	219,75 ab
H	103,66 cd	201,25 bc	203,91 b	212,42 bc
I	100,16 d	201,33 bc	205,33 b	214,33 ab
J	131,50 a	225,75 a	231,08 a	237 a
K	107,16 cd	202,66 bc	218,66 ab	226,67 a
CV (%)	6,26	5,96	5,36	8,16

⁽¹⁾A: testemunha sem correção do solo; B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV%= coeficiente de variação.

O colmo do milho, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva de fotoassimilados. Após a floração, o fluxo de fotoassimilados é direcionado prioritariamente ao enchimento de grãos. Quando o aparato fotossintético não produz fotoassimilados em quantidade suficiente para a manutenção dos tecidos, a maior demanda exercida pelos grãos por esses produtos leva os tecidos da raiz e da base do colmo a senescência precoce, fragilizando essas regiões (FONTOURA et al., 2006).

Para o diâmetro do colmo (Tabela 5) nota-se que os tratamentos que utilizaram a aplicação isolada de gesso em ambas as formas de aplicação não apresentaram incrementos significativos, se comparados ao tratamento testemunha. Esse resultado foi obtido em função do gesso apresentar alta solubilidade, movimentando-se ao longo do perfil sob influência do excesso de umidade (SUMMER, 1986), o que pode ter provocado uma lixiviação excessiva de importantes nutrientes.

TABELA 5: Médias obtidas no diâmetro do colmo (DC) em milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo, com dados dos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE). Araguatins - TO, 2016.

Tratamentos ⁽¹⁾	DC (mm)			
	35 DAE	50 DAE	65 DAE	80 DAE
A	15,27 e	15,20 c	14,31 c	13,81 c
B	18,55 bc	18,06 ab	16,89 a	15,99 ab
C	16,54 de	16,89 bc	15,19 bc	14,47 bc
D	18,77 b	19,02 a	16,83 a	16,08 ab
E	18,07 bcd	17,77 ab	16,94 a	16,23 a
F	18,82 b	17,81 ab	16,76 ab	15,84 ab
G	16,85 cde	17,67 ab	16,42 ab	15,62 ab
H	17,67 bcd	16,93 bc	15,70 abc	15,00 abc
I	17,94 bcd	18,07 ab	16,23 ab	15,75 ab
J	21,51 a	18,48 ab	17,14 a	16,50 a
K	18,73 bc	17,59 ab	16,54 ab	16,09 ab
CV (%)	7,81	8,33	7,26	8,20

⁽¹⁾A: testemunha sem correção do solo; B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV%= coeficiente de variação.

Os resultados mostram que houve um aumento progressivo da estatura da planta ao longo dos períodos de coleta (Tabela 4), diferente do diâmetro do colmo que mostrou um decréscimo com o desenvolvimento da planta (Tabela 5). Esse resultado pode ser justificado pelo desenvolvimento fisiológico natural do milho, sendo que a partir de 30 dias após a emergência até próximo ao florescimento o colmo da planta passa por um período de grande alongação e crescimento, com acúmulo acentuado de matéria seca (RITCHIE et al., 2003). A nível de tecido, a partir desse instante ocorre uma mudança no câmbio vascular, não ocorrendo mais diferenciação celular, mas apenas crescimento e multiplicação do número de células na planta (KERBAUY, 2008).

Pela tabela 6 observa-se que assim como na altura da planta o tratamento J (gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS incorporado) apresentou as maiores médias para altura da inserção da espiga, acompanhado do E (gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS em superfície) e G (calcário aplicado aos 45 DAS incorporado), sugerindo que aplicações mais precoces de calcário podem render melhores resultados em cultivos agrícolas.

TABELA 6: Médias obtidas na altura da inserção da espiga (AE) em milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo, com dados de 65 dias após a emergência (DAE). Araguatins - TO, 2016.

Tratamentos	AE
	Cm
A	100,83 e
B	110,41 cde
C	114,58 bcd
D	114,41 bcd
E	125,66 ab
F	115,66 bcd
G	121,50 abc
H	106,83 de
I	112,08 cde
J	129,08 a
K	117,08 bcd
CV (%)	7,5

⁽¹⁾A: testemunha sem correção do solo; B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Sabe-se que estatura e altura de inserção da espiga, em milho, são caracteres de natureza quantitativa de grande importância, e estão diretamente relacionados com a tolerância ao acamamento. Isso ocorre porque a alta relação inserção/estatura pode diminuir o centro de gravidade da planta, provocando o acamamento (REPKE et al., 2012).

Entende-se por acamamento, um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à posição original, o que resulta em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos. O acamamento rotineiramente se relaciona com a ruptura dos tecidos, o que interrompe a vascularização do colmo e impede a recuperação da planta; afeta a estrutura anatômica essencial para o transporte de água e nutrientes e, quanto mais cedo se manifestar no ciclo de vida da planta, menores serão o rendimento e a qualidade dos grãos (GOMES et al., 2010). Contudo, verifica-se que os tratamentos que demonstraram maiores alturas de inserção da espiga também apresentaram maiores médias para altura total da planta.

6.2 Parâmetro bromatológico de crescimento da planta indicadora (*Zea mays* L):

Os quantitativos da massa pré-seca demonstrados na tabela 7 demonstram que aos 35 DAS o tratamento com média estatisticamente maior foi observado no tratamento G (calcário aplicado aos 45 DAS incorporado). Observa-se que aos 50 DAS ocorreu um ápice de acúmulo de nutrientes para a maioria dos tratamentos, havendo um decréscimo a partir disso, a ponto que aos 80 DAS as médias de todos os tratamentos se igualam estatisticamente.

Acredita-se que o observado pode ser justificado pelo fato de que a partir do florescimento a planta tende a translocar os carboidratos acumulados para o dreno, no caso, a espiga, refletindo na acentuada redução de sua expansão horizontal (KERBAUY, 2008).

TABELA 7: Médias obtidas na massa pré-seca (1ªMS) em milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo, com dados dos 35, 50, 65 e 80 dias após a emergência (DAE). Araguatins - TO, 2016.

Tratamentos	1ªMS (g)			
	35 DAE	50 DAE	65 DAE	80 DAE
A	43,51 cde	56,28 b	73,09 abc	72,41 a
B	54,25 bc	90,18 a	87,11 ab	77,62 a
C	44,28 cde	78,74 ab	76,54 abc	64,05 a
D	42,67 cde	93,5 a	78,92 abc	75,72 a
E	57,63 b	85,39 a	74,49 abc	72,46 a
F	44,59 bcde	70,58 ab	69,19 abc	62,64 a
G	71,25 a	91,08 a	78,62 abc	61,16 a
H	34,36 e	82,95 ab	58,47 c	68,68 a
I	35,92 de	84,47 ab	61,87 bc	61,69 a
J	48,13 bcd	77,37 ab	80,43 abc	61,94 a
K	44,37 bcde	79,99 a	91,84 a	75,94 a
CV (%)	20,84	22,53	26,57	20,09

(¹)A: testemunha sem correção do solo; B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV%= coeficiente de variação.

O acúmulo de massa de uma planta é um parâmetro considerado importante no desenvolvimento, pois o mesmo está diretamente relacionado ao saldo de fotoassimilados da planta (ALVAREZ et al., 2007), sendo sua análise eficiente para

quantificar o aumento de material acumulado na formação de um órgão ou de toda a planta (FOLONI et al., 2008), que neste trabalho, favoreceu significativos acréscimos no acúmulo de massa seca de modo geral nas plantas cultivadas sob solo corrigido.

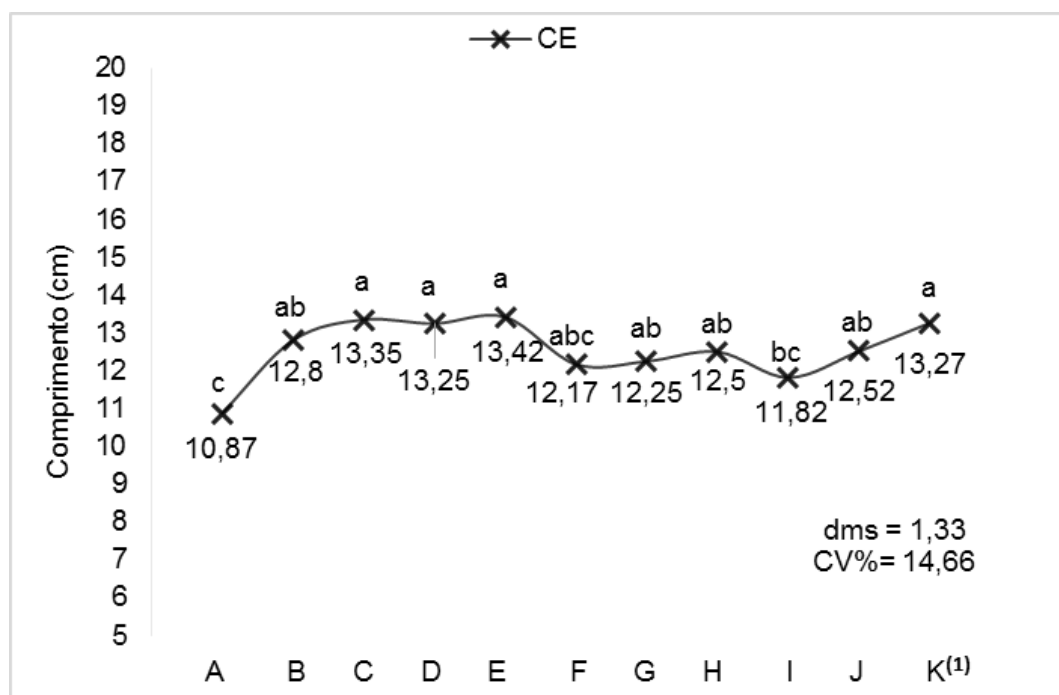
6.3 Análise de produtividade da planta indicadora (*Zea mays* L):

As médias das características avaliadas para determinação da produtividade foram significativamente interferidas pela utilização de calcário e/ou gesso, sendo os valores do tratamento testemunha inferiores para a maioria dos parâmetros avaliados (CE, DE, PEs/P, PSc/P e M100G). O incremento nesses parâmetros proporcionados pela aplicação dos corretivos, pode ser justificado pela melhoria dos atributos químicos do solo, fato que favoreceu o crescimento radicular, principalmente em subsuperfície.

No mercado de espigas *in natura*, nota-se que os consumidores brasileiros demonstram uma maior preferência por espigas com grãos dentados amarelos, uniformes, mais longas e cilíndricas, com sabugo fino e claro, sem falhas de granação, casca do grão delicada, bastante palha, baixa produção de bagaço e alta produção de massa (AGRIC, 2016). Dessa forma, parâmetros como comprimento, diâmetro, peso e número de grãos da espiga, são considerados de grande importância na determinação de uma aparência atrativa ao consumidor.

Para o comprimento da espiga (Figura 4), observa-se que a correção do solo promoveu incrementos significativos para a maioria dos tratamentos, exceto o F (gesso e calcário aplicado aos 45 DAS em superfície) e I (calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS incorporado). Esse resultado pode ser justificado pela alta solubilidade do gesso agrícola, e a aplicação com maior antecedente e a incorporação do mesmo pode ser promovido lixiviação excessiva, visto que o solo utilizado nesse experimento possui características de elevada permeabilidade e baixa retenção de água e de nutrientes (SANTOS et al., 2006).

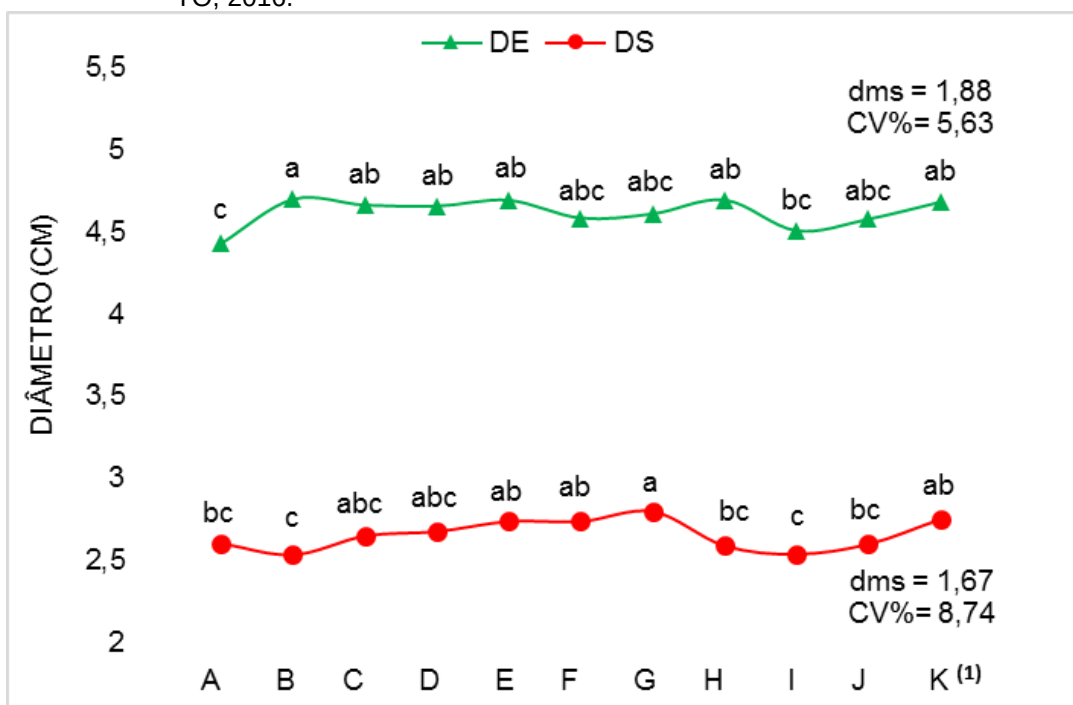
FIGURA 4: Médias obtidas no comprimento da espiga (CE) de plantas de milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo. Araguatins - TO, 2016.



⁽¹⁾A: testemunha sem correção do solo; B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV%= coeficiente de variação.

Nos parâmetros referentes a diâmetro da espiga e diâmetro do sabugo (Figura 5), verifica-se que há uma tendência no tratamento B em demonstrar uma maior média de diâmetro da espiga e menor média no diâmetro do sabugo, o que é considerado uma característica atrativa para o consumidor visto que médias inversamente proporcionais nestes atributos representam um maior quantitativo de grão que pode ser consumido (AGRIC, 2016).

FIGURA 5: Médias obtidas no diâmetro da espiga (DE) e diâmetro do sabugo (DS) de plantas de milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo. Araguatins - TO, 2016.

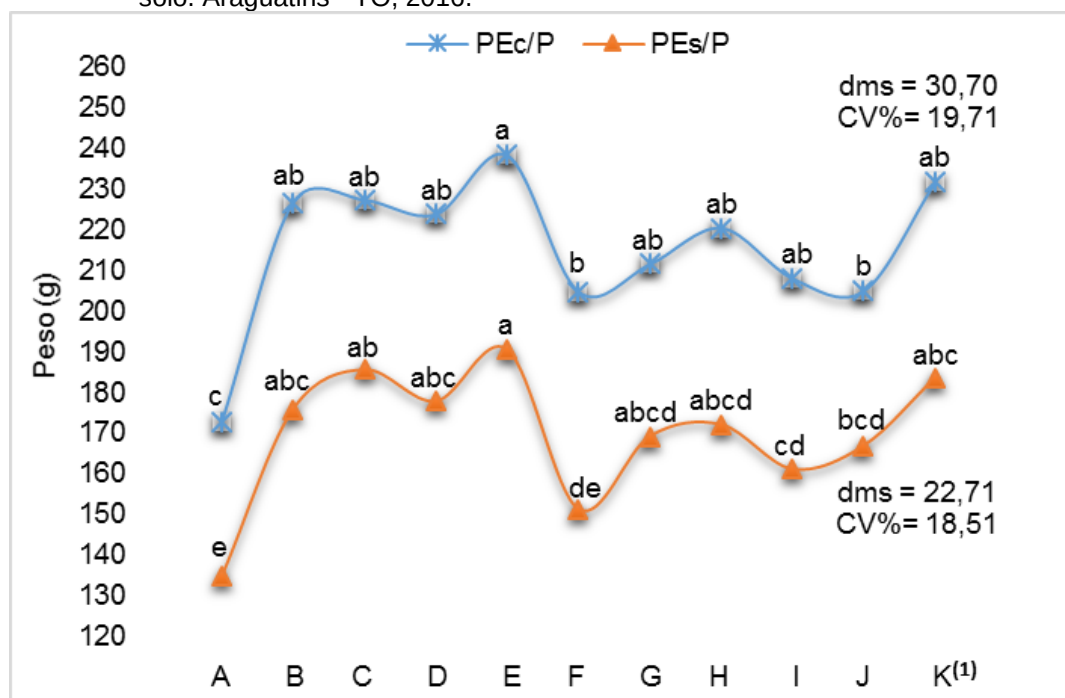


⁽¹⁾A: testemunha sem correção do solo; B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV%= coeficiente de variação.

O peso da espiga com e sem palha (Figura 6) apresentou comportamento similar ao comprimento da espiga e massa de 100 grão, o que pode ser justificado pelo fato dessas variáveis serem dependentes (DOURADO NETO et al., 2003). Resultados semelhantes foram encontrados por Freire et al. (2010), que relacionou o ganho de peso das espigas, ao comprimento da espiga e número de grãos.

Na produção de derivados do milho verde, como é o caso da pamonha, uma das características exigidas pelo mercado são cultivares que apresentem melhor rendimento de palha (GRIGULO et al., 2011). Observa-se que apesar do incremento nas massas das espigas a relação das mesmas com e sem palha foram semelhantes em todos os tratamentos, sendo aproximadamente 20 % do peso total referente a palha. Isso pode ser justificado pela característica genética do híbrido, que possui aptidão para produção de um elevado volume de palha na espiga (Figura 6) (PINHO et al., 2008).

FIGURA 6: Médias obtidas no peso da espiga com palha (PEc/P) e peso da espiga sem palha (PEs/P) de plantas de milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo. Araguatins - TO, 2016.



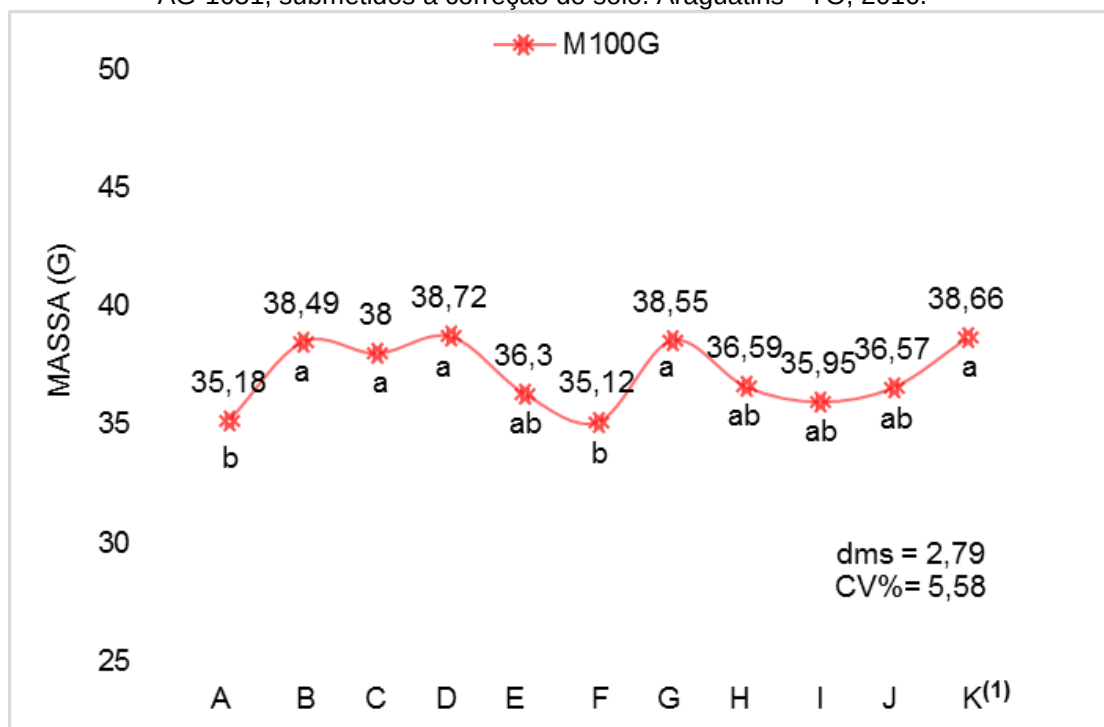
⁽¹⁾A: testemunha sem correção do solo; B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV%= coeficiente de variação.

Para a massa de 100 grãos (Figura 7), verifica-se que a forma de aplicação não interferiu o desempenho dos tratamentos que foram utilizados somente calcário, mostrando que o tempo de reação no uso isolado desse insumo é mais determinante do que a forma com que o mesmo é aplicação. Esse comportamento pode ser justificado pelo fato do calcário possuir uma baixa reatividade e exigir um período de tempo para que as partículas do corretivo e os colóides do solo e entre em contato corrigindo a acidez do solo (PIRES et al., 2003).

Contudo, para os tratamentos que envolveram a aplicação combinada de calcário e gesso agrícola aos 45 dias antes da semeadura, a incorporação desses insumos promoveu incrementos bastantes significativos, sendo a média do tratamento K (gesso e calcário aplicado aos 45 DAS incorporado) estatisticamente superior ao observado no tratamento F (gesso e calcário aplicado aos 45 DAS em superfície) (Figura 7), comprovando que a incorporação ao solo pode aumentar a eficiência de

aplicações simultâneas desses insumos agrícolas, promovendo melhorias no desenvolvimento da cultura (RAIJ, 2008).

FIGURA 7: Médias obtidas na massa de 100 grãos (M100G) de plantas de milho híbrido AG-1051, submetidos a correção do solo. Araguatins - TO, 2016.



(1) A: testemunha sem correção do solo; B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). *Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV%= coeficiente de variação.

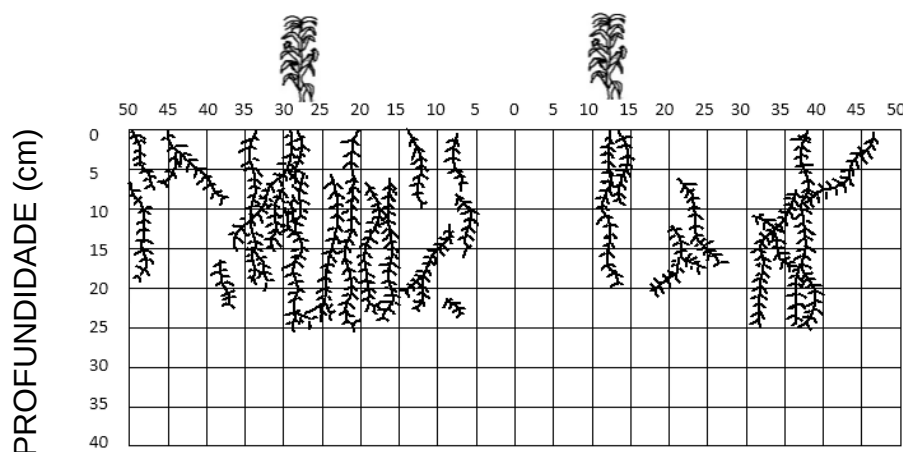
Observa-se que uma resposta bastante contrária entre os componentes morfológicos e de produtividade demonstrando que o aumento de altura das plantas, diâmetro do colmo e altura da inserção da espiga, não promoveram incrementos significativos no comprimento, diâmetro e peso da espiga. Já os parâmetros de produtividade tiveram uma semelhança com a distribuição do sistema radicular, em que a forma de aplicação em superfície atribuiu melhor desempenho aos tratamentos testados.

6.4 Análise do desenvolvimento radicular da planta indicadora (*Zea mays* L):

Um sistema radicular bem desenvolvido é fundamental para o sucesso das culturas, pois na mesma medida em que as raízes atuam como elementos de suporte na matriz física do solo, atuam também como órgão de absorção de água e de minerais, de produção de várias substâncias orgânicas complexas, vitais a sua própria fisiologia e à da planta inteira, além de armazenarem diversos nutrientes, em certos estádios fenológicos, como minerais, amido e aminoácidos (ZAMBOLIM, 2002).

Na figura abaixo podemos observar a distribuição radicular de plantas de milho cultivada em um Neossolo sem correção da acidez. Em uma análise qualitativa pode-se observar uma distribuição irregular e limitada à camada de 0-25 cm do solo (Figura 8). Essa limitação pode estar relacionada à presença de camadas subsuperficiais com baixos teores de cálcio, e ou elevados teores de alumínio trocáveis, fatores que podem determinar a perda de safras, principalmente em regiões suscetíveis à ocorrência dos “veranicos”, uma vez que conduzem ao menor aprofundamento do sistema radicular, refletindo em menor volume de solo explorado, ou seja, menos nutrientes e água disponíveis para a planta (CARDOSO et al., 2014).

FIGURA 8: Distribuição radicular do milho sem correção do solo (testemunha).



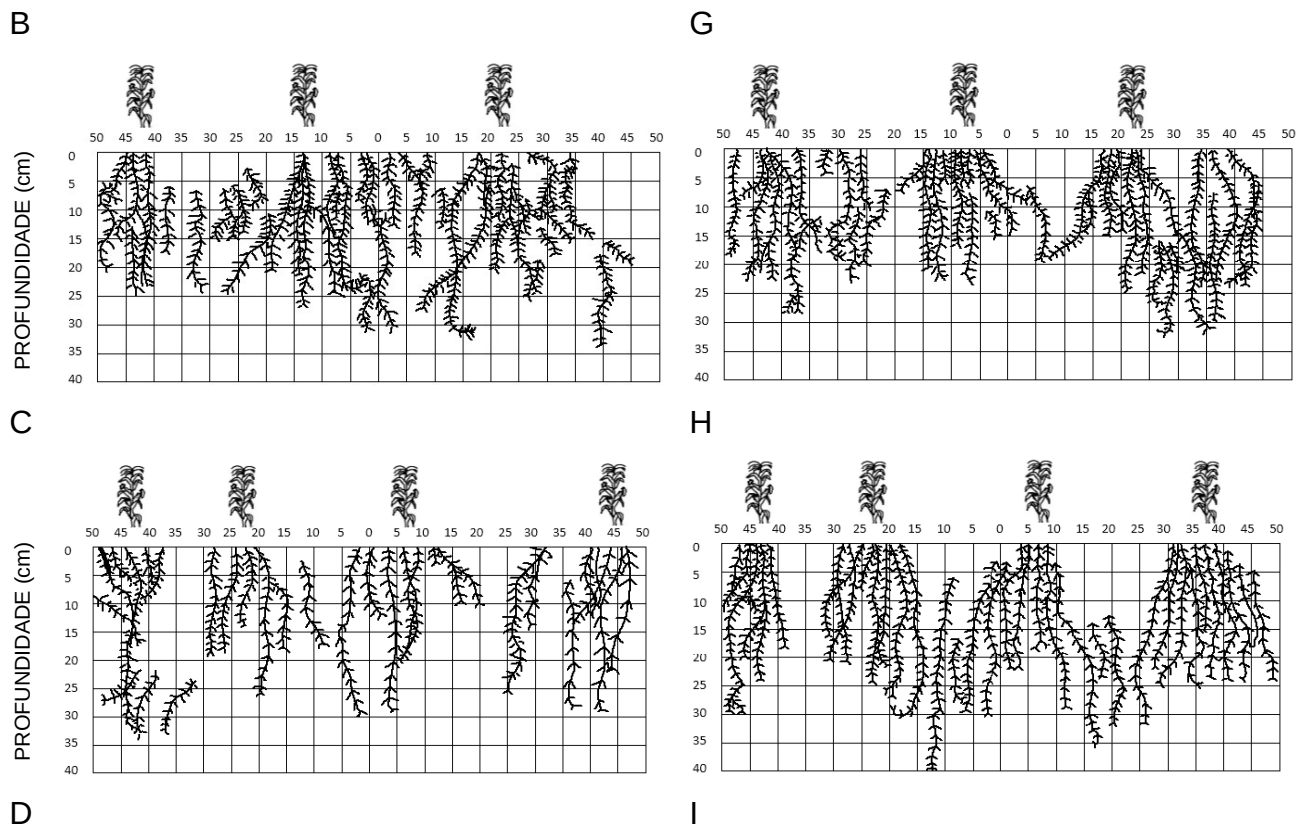
Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

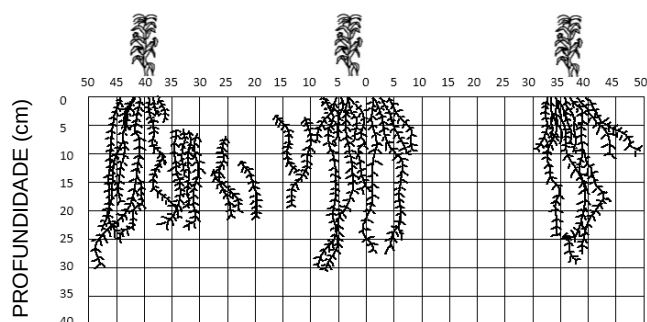
Comparando as imagens da distribuição radicular dos tratamentos em que foram realizados aplicação de calcário e gesso (Figura 9), com a do tratamento testemunha (Figura 8), é possível observar que essa prática proporcionou efeito positivo, aumentando a superfície de contato entre as raízes e o solo. Esse resultado corrobora com os apresentados por Faria et al. (2003), no qual afirma que o cultivo em

regiões que ocorrem faltas ocasionais de chuva, são rentáveis somente mediante cultivo em solos mais profundos e argilosos, ou ainda, mediante gessagem que promove o crescimento das raízes em profundidade.

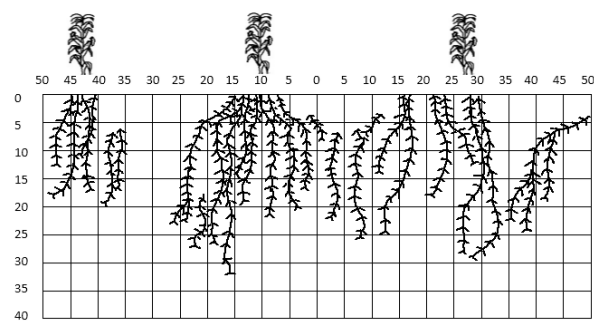
A forma de aplicação promoveu significativo incremento no desenvolvimento do sistema radicular das plantas, potencialmente as que tiveram a utilização de gesso agrícola (Figura 9). Esse aprofundamento pode ser justificado pela alta solubilidade do produto, o qual movimenta-se no perfil pela da água (RAIJ, 2011), onde ocorre a troca iônica do Al^{3+} na superfície de troca pelo Ca^{2+} , favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade, permitindo às plantas superarem veranicos e usarem com mais eficiência a água e os nutrientes disponíveis no solo (ZANDONÁ et al., 2015).

FIGURA 9: Distribuição radicular do milho sob aplicação de calcário e/ou gesso incorporado (à direita) e em superfície (à esquerda).

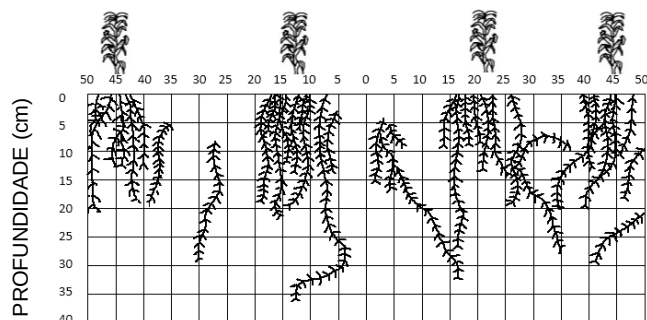




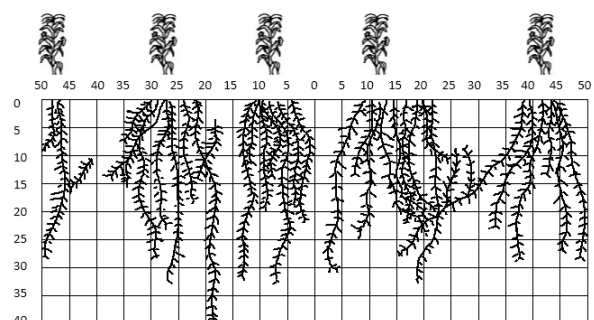
E



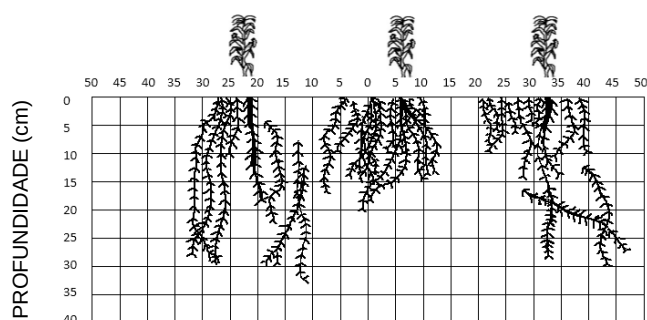
J



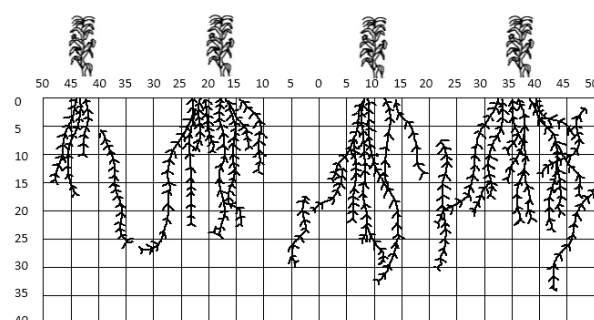
F



K



G



H

B: calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); C: gesso aplicado aos 45 DAS (superfície); D: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (superfície); E: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (superfície); F: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (superfície); G: calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado); H: gesso aplicado aos 45 DAS (incorporado); I: calcário aplicado aos 30 DAS e gesso aos 45 DAS (incorporado); J: gesso aplicado aos 30 DAS e calcário aos 45 DAS (incorporado); K: gesso e calcário aplicado aos 45 DAS (incorporado). Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Apesar das raízes do milho se concentrarem nas camadas superficiais do solo, elas podem alcançar profundidades de até 3 metros ou mais, absorvendo quantidades significativas de água durante longos períodos de estiagem (RENA e GUIMARÃES, 2000). De maneira geral, quando o crescimento do sistema radicular da planta ocorre normalmente no perfil do solo, traduz na mesma magnitude, maior crescimento da parte aérea, uma vez que, num sistema radicular profundo, o aproveitamento dos fertilizantes fica maximizado (PRADO e NATALE, 2004), comportamento que foi observado nos parâmetros morfológicos, bromatológicos e de produtividade avaliados, nos quais as plantas cultivadas em solo corrigido tiveram desenvolvimento mais expressivo se comparadas à testemunha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma e época de aplicação influenciaram nos resultados, sendo que a utilização simultânea de gesso e calcário incorporados apresentou melhor resposta.

Quando realizada de forma isolada, a aplicação de calcário incorporado obteve melhor desempenho.

A correção do solo promoveu melhorias no desenvolvimento radicular das plantas avaliadas.

Percebe-se que o desempenho produtivo foi melhorado com a correção da acidez em sub e superfície.

REFERÊNCIAS

- AGRIC. **Cultivo do milho verde**, 2016. Disponível em: <http://www.agric.com.br/producoes/milho_verde.html>. Acesso: 21 de maio de 2016.
- ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**/ Antônio Carlos Ribeiro, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Victor Hugo Alvarez V., editores. Viçosa - MG, cap. 8, p. 43-60, 1999.
- 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, 2007.
- BORÉM, A.; GIÚDÍCE, M.P. del. Cultivares transgênicos. In: **Tecnologia de produção do milho**/ João Carlos Cardoso Galvão, Glauco Vieira Miranda. Editores. Viçosa-MG, cap. 3, p. 85-108, 2008.
- CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 275-286, 2003.
- 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.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. **Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho**. In: **Tecnologia de produção do milho**/ João Carlos Cardoso Galvão, Glauco Vieira Miranda. Editores. Viçosa-MG, cap.5, p.139-182, 2008.
- CARDOSO, J.A.E.; PERES, G.C.M.; LAMBERT, R.A. Influência da aplicação de calcário e gesso na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 10, n. 18, p. 1985, 2014.
- CASTRO, A.M.C. e; RUPPENTHAL, V.; RANDO, E.M.; MARCHIONE, M.S.; GOMES, C.J.A. Cultivando e gesso no desenvolvimento do milho cultivado em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.6, n.1, p.8-16, 2013.
- COELHO, A.M. **Nutrição e Adubação do Milho**. Circular Técnica 78. Ministério da Cultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), ISSN 1679-1150, Sete Lagoas - MG. Dez. 2006.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v.2 -Safra2014/2015, n.5 – Quinto levantamento, Brasília, p. 1-116, fev.2015.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, A.L.P.; ROMANO, M.R. efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

FARIA, C.M.B.; COSTA, D.N.; FARIA A.F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, 2003.

FERNANDES, M.S.; SOUZA, S.R. Absorção de nutrientes. In: Nutrição mineral de plantas (ed. M.S. Fernandes). **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Mg, p.115-153, 2006.

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.

FONTOURA, D. DA; STANGARLIN, J.R.; TRAUTMANN, R.R.; SCHIRMER, R.; SCHWANTES, D.O.; ANDREOTTI, M. Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, p. 545-551, 2006.

FREIRE, F.M.; VIANA, M.C.M.; MASCARENHAS, M.H.T.; PEDROSA, M.W.; COELHO, A.M.; ANDRADE, C. de L.T. de. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 213-222, 2010.

GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; BRITO, C.H. de; MORAES, D.F. de; LOPES, M.T.G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.2, p.140-145, fev. 2010.

GRIGULO, A.S.M.; AZEVEDO, V.H. de; KRAUSE, W.; AZEVEDO, P.H. Avaliação do desempenho de genótipos de milho para consumo in natura em Tangará da Serra, MT, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 603-608, Jul/Ago. 2011.

INMET (**Instituto Nacional de Meteorologia**), 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>, acesso em 18 de março de 2016.

JAREMTCHUK, A.R.; JAREMTCHUK, C.C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M.T.; KOZLOWSKI, L.A.; COSTA, C.; MADEIRA, H.M.F. Características agronômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paranaense. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 27, n. 2, p. 181-188, 2005.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 2ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, jul/ 2005.

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.

MAGALHÃES, P.C. Fisiologia da produção. In: **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Informação Tecnológica (Coleção 500 perguntas, 500 respostas), Brasília – DF, cap.2, p.27-36, 2011.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, n. 22, ISSN: 1679-1150, Sete Lagoas – MG, 2002.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**, 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado?tmpl=component&print=1>>. Acessado em: 09 de março de 2016.

NOGUEIRA NETTO, V.S. **Impactos do Mercosul na produção e comercialização do milho e da soja na Região Centro-Oeste**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

NORA, D.D.; AMADO, T.J.C.; BORTOLOTTI, R.P.; FERREIRA, A. de O.; KELLER, C.; KUNZ, J. Alterações químicas do solo e produtividade do milho com aplicações de gesso combinado com calcário. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, v. 26, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2014.

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.

OLIVEIRA, P.S.R.; FITTIPALDI, W.L.S.L.; OLIVEIRA JÚNIOR, P.R.; GUALBERTO, R; GUIMARÃES, A.M. **Efeitos de tipos de preparo do solo e uso de gesso agrícola sobre as características químicas e produtividade de milho e braquiária em cultivo consorciado**, p. 53-65, 2005.

PAULETTI, V.; PIERRI, L. de; RANZAM, T.; BARTH, G.; MOTTA, A.C.V. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 495-505, 2014.

PEREIRA, R.G. et al. Influência dos sistemas de manejo do solo sobre os componentes de produção do milho e *Brachiaria decumbens*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2009.

PESSONI, P.T. **Calagem e gessagem na produtividade da soja e do triticale**. Dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo – Campinas – SP, abr. 2012.

PINHO, L. de; PAES, M.C.D.; ALMEIDA, A.C. de; COSTA, C.A. da. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 3, p. 279-290, 2008.

PIRES, F.R.; SOUZA, C.M.; QUEIROZ, D.M.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C. Alteração de atributos químicos do solo e estado nutricional e características agronômicas de plantas de milho, considerando as modalidades de calagem em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:121-131, 2003.

PRADO, R.M.; NATALE, W. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1007-1012, 2004.

RAIJ, B.V. Gesso na Agricultura, **Informações Agronômicas**, n.122, jun/2008.

RAIJ, B.V. Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície, **Informações Agronômicas**, n.135, set/2011.

RAMOS, B.Z.; TOLEDO, J.P.V.F.; LIMA, J.M. de; SERAFIM, M.E.; BASTOS, A.R.R.; GUIMARÃES, P.T.G.; COSCIONE, A.R. Doses de gesso em cafeeiro: influência nos teores de cálcio, magnésio, potássio e pH na solução de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1018-1026, 2013.

RENA, A.B.; GUIMARÃES, P.T.G. **Sistema radicular do cafeeiro**: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 80, 2000.

REPKE, R.A.; CRUZ, S.J.S.; MARTINS, M.B.; SENNA, M.S., FELIPE, J. da S., DUARTE, A.; BICUDOS, S.J. **Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho**. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Encarte do informações agronômicas**, n. 103, setembro/2003.

SANTOS, A.C.; FERREIRA, E.M., ARAÚJO, L.C. de. Propriedades químicas e físicas de solos em áreas sob pastagens em cerrado do norte do Tocantins. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambiental**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 55-63, jan./mar. 2009.

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.

SARMENTO, P.; CORSI, M.; CAMPOS, F.P. Resposta da alfafa a fontes de fósforo associadas ao gesso e a calagem. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 381-390, abr./jun., 2001.

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

Silva, I.F. da; BARBOSA, A. de M.; TIRITAN, C.S.; CATUCHI, T.A. Adubação boratada na cultura do arroz em solos de cerrado de baixa fertilidade **Colloquium Agrariae**, vol. 10, n. Especial, p. 01-08, jul/dez 2014.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHER, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 191-199, 2000.

SILVA, W.; PATERNIANI, E.; SOLOGUREN, L. CIERO, L. **Guia do Milho: Tecnologia do Campo a Mesa**. Conselho de Informação sobre Biotecnologia. Jul., 2006.

SOBRINHO, A.C.P. de L.; AMARAL, A.J.R. do; DANTAS, J.O.C. DANTAS, J.R.A. GIPSITA, **Balanço Mineral Brasileiro**, p. 1-23, 2001.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C. Atribuições químicas do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 32, p. 675-688, 2008.

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.

SOUZA, F.R. de; JÚNIOR, E.J.R.; FIETZ, C.R.; BERGAMIN, A.C.; ROSA, Y.B.C.J.; ZEVIANI, W.M. Efeito do gesso nas propriedades químicas do solo sob dois sistemas de manejo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1717-1732, set./out. 2012.

SOUZA, F.R.; ROSA JÚNIOR, E.J.; FIELTZ, C.R.; BERGAMIN, A.C.; VENTUROSOS, L.R. dos; ROSA, Y.B.C.J. Atributos físicos e desempenho agrônomo da cultura da soja em um Latossolo Vermelho distroférrico submetido a dois sistemas de manejo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1357-1364, 2010.

VEASEY, E.A.; PIOTTO, F.A.; NASCIMENTO, W.F. DO; RODRIGUES, J.F.; MEZETTE, T.F.; BORGES, A.; BIGUZZI, F.A.; SANTOS, F.R.C. DOS; SOBIERAJSKI, G. DA R.; RECCHIA, G.H.; MISTRO, J.C. Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.7, p.1218-1228, jul, 2011.

VILELA, L.C.; SANTOS, A.C. dos; BARRETO, P.M.; BRITO, S. dos S.; SILVA, J.E.C. da; OLIVEIRA, L.B.T. de. Propriedades químicas de Latossolo Vermelho em função da

aplicação de gessagem e calagem. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambiental**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 19-27, jan./mar. 2010.

WWF BRASIL – **Cerrado**. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_cerrado/>. Acesso: 09 de março de 2016.

ZAMBOLIM, Laércio. **O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café**. Viçosa: UFV, 2002.

ZANDONÁ, R.R.; BEUTLER, A.N.; BURG, G.M.; BARRETO, C.F.; SCHMIDT, M.R. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 128-137, abr./jun. 2015.