



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS – *CAMPUS* ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

MELQUISEDEC ALMEIDA DE ARAUJO

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHO VERDE
ADUBADO COM FÓSFORO EM SISTEMA IRRIGADO NO EXTREMO NORTE DO
ESTADO DO TOCANTINS.**

Araguatins - TO

2016



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS – *CAMPUS* ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

MELQUISEDEC ALMEIDA DE ARAUJO

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHO VERDE
ADUBADO COM FÓSFORO EM SISTEMA IRRIGADO NO EXTREMO NORTE DO
ESTADO DO TOCANTINS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como um dos requisitos
para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo, curso de bacharelado em
agronomia do Instituto Federal de
Educação Ciência e tecnologia do
Tocantins – *Campus* Araguatins,

Orientador: Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia

Araguatins - TO

2016

Araújo, Melquisedec Almeida de.

Características agronômicas e nutricionais do milho verde adubado com fósforo em sistema irrigado no extremo norte do estado do Tocantins. / Melquisedec Almeida de Araújo. - Araguatins, 2016. 41f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, Campus Araguatins, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia.

1. adubação. 2. produção vegetal. 3. *Zea mays L.*



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Características agronômicas e nutricionais do milho verde adubado com fósforo em sistema irrigado no Extremo Norte do Estado do Tocantins"

AUTOR: Melquisedec Almeida de Araujo

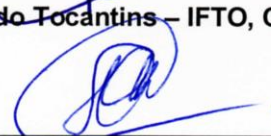
ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Araguatins, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado (a) em 22 de novembro de 2016.



Prof. Dr. Marcus André Ribeiro Correia
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Colinas



Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Araguatins



Prof. Dr. Robson José da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, Campus Araguatins

DEDICATÓRIA

A meus pais Leomar Ferreira de Araujo e Marta Felipe de Almeida, meus irmãos Antonio Melquides Almeida de Araujo e Eliclene Almeida de Araujo. Pelo apoio e incentivo que todos me deram durante toda minha caminhada.

A minha sobrinha Claudia Sthefany, que veio ao mundo para abrilhantar nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força, sabedoria e coragem.

A meus pais Leomar Ferreira de Araujo e Marta Felipe de Almeida, pelo apoio, incentivo e por ter contribuído para que eu chegasse até aqui, sempre acreditando na minha capacidade e desejando o melhor para minha vida: pessoal, social e profissional. Pelos valiosos ensinamentos e conselhos e por estarem sempre ao meu lado ao longo dessa jornada.

Aos meus irmãos, Antonio Melquides Almeida de Araujo e Eliclene Almeida de Araujo pelo amor, carinho e incentivo.

Aos amigos Sebastião Feitosa da Silva Junior, Luís Gustavo, Gerson Dias da Silva Júnior, Rafael Otoni Sarmento, Willkenedi Fontenele, Dariel Henrique de Abreu Queluz, Walisson dos Santos Lima, Tiago Lopes, Cide Moreira, Ana Ruth, pelo companheirismo e dedicação, entre outros, expresso aqui minha gratidão pela amizade de cada um que fez parte da minha vida acadêmica.

Agradeço a todos os professores do curso Bacharelado em Agronomia, em especial os professores: Samuel de Deus da Silva, Raimundo Laerton Leite, Wyratan da Silva Santos, Ruy Borges, Carla Marina, Roberta Freitas, Ana Gabriela Carvalho,

Eva Adriana Gonçalves de Oliveira, Francisco Filho (*in memorian*), Sergio, Idelfonso Colares e Robson José, que ao longo do curso puderam proporcionar aprendizado, pelas suas experiências compartilhadas e pelo incentivo repassado ao longo desse período, bem como os demais servidores pelo empenho, dedicação e compromisso com a missão do IFTO.

Ao meu orientador Professor Doutor Marcus André Ribeiro Correia, pelo incentivo, ensinamentos, amizade e orientação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologias do Tocantins - *Campus Araguatins* pela oportunidade e compromisso com a formação de cidadãos.

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o Céu, enquanto que as cheias as baixam para a terra, sua mãe. ”

- Leonardo da Vinci

RESUMO

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DO MILHO VERDE ADUBADO COM FÓSFORO EM SISTEMA IRRIGADO NO EXTREMO NORTE DO ESTADO DO TOCANTINS.

Embora as exigências do milho em P sejam em quantidades baixas, as doses recomendadas são altas, em função da baixa eficiência de aproveitamento desse nutriente pela cultura. Logo a carência de resultados de pesquisas indicando o efeito deste nutriente sobre o crescimento e produção do milho verde ainda são insipientes para a região. Neste sentido objetivou-se estudar os efeitos da adubação fosfatada na cultura do milho verde irrigado. O experimento foi implantado e conduzido na área da Propriedade Rural Fazenda Kairós no município de Itaguatins-TO localizado no Km 6 da Rodovia TO-206. Em um LATOSSOLO AMARELO, textura média. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 5 tratamentos (doses da adubação fosfatada) em 4 repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de fertilizantes fosfatados, com as seguintes doses recomendadas respectivamente: D0 = 0 ; D1 = 50; D2 = 100; D3 = 150; D4 = 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, que corresponderam, respectivamente, a zero, metade, uma vez, uma vez e meia e duas vezes a dose padrão recomendada. A unidade experimental foi constituída por cinco linhas de milho espaçadas 0,5 m entre si e 4 plantas por m linear com comprimento de 5 metros, cada unidade experimental (parcela) consistiu de 10 m² de área sendo as três linhas centrais utilizadas para avaliações. A aplicação de fósforo incrementou no desenvolvimento das seguintes características avaliadas das plantas de milho: comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), massa total de espiga (MTE) e massa de grãos (MG). O tratamento com 200 kg de P₂O₅ proporcionou os maiores índices de desenvolvimento.

Palavras-chave: adubação, produção vegetal, *Zea mays*.

SUMMARY

AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND NUTRITIONAL FERTILIZED GREEN CORN WITH MATCH IN IRRIGATION SYSTEM IN EXTREME TOCANTINS STATE OF NORTH.

Although phosphorus corn requirements are in low quantities, the recommended doses are high, due to low utilization efficiency of nutrient culture. Soon the lack of research results indicating the effect of this nutrient on the growth and yield of corn are still ignorant to the region. In this regard aimed to study the effects of phosphorus fertilization in irrigated corn crop. The experiment was established and conducted in the area of Rural Property Farm Kairos in Itaguatins – TO municipality located at Km 6 Highway TO-206. In a LATOSOL YELLOW, texture average. The experimental design was randomized blocks with 5 treatments (doses of phosphate fertilizer) in 4 replicates. The treatments consisted of the application of phosphate fertilizers, with the following recommended doses respectively: D0 = 0; D1 = 50; D2 = 100; D3 = 150; D4 = 200 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in the form of simple superphosphate, corresponding respectively to zero, half, one, one and a half and two times the recommended standard dose. The experimental unit consisted of five spaced corn rows 0.5 m apart and 4 plants per linear meter of length of 5 meters, each experimental unit (plot) consisted of 10 m² and the three central lines used for evaluations. Phosphorus application increased the development of the following assessed corn plants: ear length (EL), ear diameter (ED), total mass of spike (TMS) and grain yield (GY). Treatment with 200 kg P₂O₅ provided the highest development indexes.

Keywords: Fertilization, Crop Production, *Zea mays*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo antes da instalação do experimento.....	19
Tabela 2. Resumo da análise de variância das características indicativas de desenvolvimento das plantas de milho sobre efeito de doses de fósforo. Araguatins - TO, 2016.....	22
Tabela 3. Resultados das médias de: comprimento de espiga em cm (CE), diâmetro de espiga em mm (DE), massa total de espiga em g (MTE), número de fileiras de grãos (NFG) e massa de grãos em g (MG) em função das doses de fósforo aplicadas no cultivo do milho verde. Araguatins -TO, 2016.....	24
Tabela 4. Massa da matéria verde (MV) e massa da matéria seca (MS) da planta de milho em função da adubação com fósforo. Araguatins – TO, 2016.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 Classificação botânica e fenologia do milho	12
3.2 Estatística de produção	14
3.3 Importância da cultura na alimentação humana e animal	15
3.4 Aplicação do P na cultura do milho.....	16
4 MATERIAL E METODOS	20
4.1 caracterização do experimento	20
4.2 Análise estatística	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 Efeito dos tratamentos no desenvolvimento da planta.....	22
5.2 Efeito dos tratamentos na qualidade da espiga.....	23
5.3 Efeito dos tratamentos na massa da matéria verde e seca da planta de milho.	28
CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS	30
ANEXOS.....	37

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma das principais culturas cultivadas no mundo, pois, além de fornecer produtos largamente utilizados pelo homem e pelos animais, é importante matéria prima para a indústria (SEVERINO; CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2005). Por ser uma cultura bastante explorada tem se destacado entre os cereais mais produzidos.

No Brasil, como em vários países há a necessidade de se produzir alimentos para uma população que cresce cada vez mais, sendo necessário produzir e dispor de quantidades suficientes de alimentos. O milho é considerado um alimento energético para as dietas humana e animal, devido à sua composição predominantemente de carboidratos e lipídeos (PAES, 2006). No Brasil esse cereal tem assumindo importante papel socioeconômico, colocando-se em posição de relevância no que se refere a valor da produção agropecuária, área plantada e volume produzido (SEVERINO; CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

O cultivo de milho destinado à produção de milho verde vem aumentando de forma significativa em diversas regiões, visto que, o ciclo é mais rápido e a lucratividade é maior devido ao maior valor de comercialização, (PAIVA et al., 2012). O desenvolvimento de variedades mais adaptadas às características edafoclimáticas de cada região, juntamente com a melhoria das técnicas de cultivo tem contribuído com o aumento da produtividade da cultura no país.

Plantas de desenvolvimento intenso e de ciclo curto, como o milho, requerem maior nível de P em solução e reposição mais rápida do P-adsorvido que as plantas de culturas perenes (BASTOS et al., 2010). Deve-se, portanto, dar grande atenção ao manejo da adubação para que se possa suprir as necessidades da planta. Os solos tropicais apresentam, normalmente, baixa concentração de fósforo disponível, colocando o P, como um dos nutrientes que mais limitam a produção das culturas no Brasil (PRADO, 2008).

Embora as exigências do milho em fósforo sejam em quantidades bem menores do que as em nitrogênio e as em potássio, as doses recomendadas são altas, em função da baixa eficiência de aproveitamento desse nutriente pela cultura que varia de 20 a 30% (COELHO, 2006). Isso se deve à alta capacidade de adsorção do P adicionado ao solo, reduzindo sua disponibilidade às plantas (CORRÊA et al., 2008). O P proveniente dos fertilizantes reage de forma rápida com os componentes

do solo, sendo convertido em formas que as plantas não conseguem absorver, ou absorvem com mais dificuldade (MALAVOLTA, 1989).

O milho é considerado uma cultura que demanda muita água, mas também é uma das mais eficientes no seu uso. Sendo a irrigação para a cultura do milho economicamente viável quando o fator limitante é a água e/ou o preço de venda do produto é favorável, o que possibilita a minimização de risco e a estabilidade no seu rendimento (ALBUQUERQUE, 2002). E diretamente relacionados à fertilidade do solo e à nutrição mineral, estão os fatores climáticos (temperatura, luminosidade, umidade, etc), já que para ser absorvido pela planta, o fósforo tem que sair da fase sólida e ir para a fase líquida. Necessitando assim de quantidade adequada de umidade (VASCONCELLOS; PEREIRA FILHO e CRUZ 2002).

Para que o objetivo do manejo racional da fertilidade do solo seja atingido é imprescindível a utilização de uma série de instrumentos de diagnose de possíveis problemas nutricionais que, uma vez corrigidos, aumentarão as probabilidades de sucesso na agricultura (COELHO, 2006). De acordo com Coelho (2006), ao se planejar a adubação para cultura do milho é importante considerar, além dos resultados das análises de solo, a extração dos nutrientes pela cultura, a finalidade de exploração e a estimativa do potencial de produtividade a ser alcançado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar os efeitos da adubação fosfatada na cultura do milho verde irrigado

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o efeito da aplicação das doses de Fósforo nas características biológicas indicativas de crescimento das plantas, na produção e na qualidade da espiga colhida.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Classificação botânica e fenologia do milho

O milho é uma gramínea que pertence à família das Poaceas, tribo Maydeae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L., está na classificação taxonômica do milho (LIMA, 2007). Uma espécie diploide e alógama (BORÉM e GIÚDICE, 2004). Atualmente, o milho é cultivado nas mais diversas condições ambientais, em regiões compreendidas

entre 58° de latitude Norte (Canadá) a 40° de latitude Sul (Argentina), distribuída nas mais diversas altitudes (LIMA, 2007).

De acordo com estudos arqueológicos, o milho já era utilizado pelo homem, como alimento, de 7 a 10 mil anos atrás no México. Quando Colombo chegou à América, o milho era cultivado pelas populações indígenas desde o Chile até o sul do Canadá, inclusive no Brasil. Colombo notou a presença do milho na costa norte de Cuba no dia 5 de novembro de 1492 e o introduziu na Europa. Após essa introdução, nos 50 anos subsequentes o milho se espalhou pelo mundo rapidamente, sendo atualmente a espécie com maior área cultivada no mundo (BORÉM e GIÚDICE, 2004).

O milho é cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por uma lavoura de milho durante o seu ciclo está em torno de 600 mm. Dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20%, quatro a oito dias diminuem em mais de 50% (MAGALHÃES & DURÃES, 2006).

Todas as plantas de milho seguem um mesmo padrão de desenvolvimento, porém, o intervalo de tempo específico entre os estádios e o número total de folhas desenvolvidas podem variar entre híbridos diferentes, ano agrícola, data de plantio e local (MAGALHÃES & DURÃES, 2006). A divisão do ciclo do milho em estádios distintos de desenvolvimento permite o estabelecimento de relações entre elementos ligados à fisiologia da planta, ao clima, aos aspectos fitotécnicos e fitossanitários e o desempenho da cultura (LIMA, 2007). A fenologia das plantas tem diversas aplicações importantes no campo da agricultura (BERGAMASCHI e MATZENAUER, 2014).

De acordo com Magalhães & Durães (2006), a identificação utilizada para definir o padrão de desenvolvimento da planta em estádios é: vegetativo (V) e reprodutivo (R). Os estádios vegetativos e reprodutivos podem ser subdivididos em: VE – Emergência, V1 - Uma folha desenvolvida, V2 - Duas folhas desenvolvidas, V3 - Três folhas desenvolvidas, V4 - Quatro folhas desenvolvidas, Vn - Número de folhas desenvolvidas, VT – Pendoamento, R1 - Embonecamento e Polinização, R2 - Grão Bolha d'água, R3 - Grão Leitoso, R4 - Grão Pastoso, R5 - Formação de dente e R6 - Maturidade Fisiológica (Figura 1).

Durante a fase vegetativa, cada estádio é definido de acordo com a formação visível do colar na inserção da bainha da folha com o colmo. Assim, a primeira folha de cima para baixo, com o colar visível, é considerada completamente desenvolvida (MAGALHÃES e DURÃES, 2006). Os estádios reprodutivos dizem respeito

basicamente ao desenvolvimento do grão e de suas partes. A espiga de inserção mais alta de uma planta prolífica deve ser usada para identificar o estágio fenológico (LIMA, 2007).

De acordo com Matos (2007) para a produção de milho verde são consideradas ideais as cultivares de boa produtividade de espigas associadas às seguintes características: porte: plantas com altura média de inserção de espigas, objetivando facilitar a colheita, que é essencialmente manual: forma de espigas: cilíndrica, com sabugo fino e grãos longos (de maior rendimento por ocasião do corte dos grãos). Cor e sabor dos grãos: cor alaranjada forte, com sabor e aroma de milho, para satisfazer as preferências do consumidor. E tipo de espiga: espigas bem empalhadas ou de palhas longas, de pontas bem fechadas, objetivando protegê-las contra o ataque de lagartas que atacam as espigas.

Na obtenção de cultivares para a produção de milho verde, levam-se em conta, além dos aspectos comerciais da espiga, outros fatores, como espigas que permaneçam no ponto de colheita por um período mais longo (PEREIRA FILHO; CRUZ e GAMA, 2002). As características exigidas pelo mercado consumidor de milho doce e superdoce diferenciam-se do milho verde normal, especialmente quanto ao teor de açúcar. Para a indústria, maior teor de açúcar e menor teor de amido têm sido a preferência, o que também é desejado para o consumo “in natura”. A característica maior teor de açúcar inviabiliza o processamento de alguns pratos, como o curau e a pamonha, devido ao baixo teor de amido. O milho normalmente tem em torno de 3% de açúcar e entre 60 e 70% de amido, enquanto o milho doce tem de 9 a 14% de açúcar e de 30 a 35% de amido e o superdoce tem em torno de 25% de açúcar e de 15 a 25% de amido (PEREIRA FILHO; CRUZ e GAMA, 2002).

3.2 Estatística de produção

A cultura do milho (*Zea mays*) tem alto potencial produtivo, já tendo sido obtida, no Brasil, produtividade de 16.800 kg ha⁻¹ em concursos de produtividade, conduzidos por empresas ligadas à cadeia produtiva do milho, há relatos nos Estados Unidos da América (EUA) de produtividades superiores a 23.000 kg ha⁻¹ (CRUZ et al., 2009; RODRIGUES et al., 2012). No entanto, a produtividade média brasileira é de 5.411 kg ha⁻¹ (CONAB, 2016), enquanto nos EUA a média é de 10.035 kg ha⁻¹ (USDA, 2010 apud RODRIGUES et al., 2012), demonstrando que os diferentes sistemas de

produção de milho deverão ser ainda bastante aprimorados para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade.

A cultura do milho no Brasil tem papel de grande importância para o agronegócio nacional, e vem apresentando aumento significativo de produção nos últimos anos. Apresentando uma produção de 57,5 milhões de toneladas na safra 2010/2011, (CONAB, 2011). E uma estimativa de produção no intervalo de 82,62 e 83,59 milhões de toneladas na safra 2015/2016 (CONAB, 2015).

A estimativa nacional para o total da área a plantada com o milho primeira safra na temporada 2015/16 foi de 5.665,3 mil hectares (CONAB, 2016). Dessa forma, a estimativa nacional para a produção do milho primeira safra na temporada 2015/16 situar-se-ia no intervalo de 27.996,4 mil e 28.964,3 mil toneladas, (CONAB, 2015). A posição consolidada da produção brasileira de milho reunindo a primeira e segunda, na safra 2015/2016, situa-se no intervalo de 82.625 e 83.592,5 mil toneladas (CONAB, 2015).

Dentre os grandes produtores da cultura de milho no mundo, destaca-se os Estados Unidos e China, em terceiro lugar, o Brasil (JESUS, 2014). No Brasil, a produção agrícola é amplamente difundida, havendo diferenças de região para região, dando destaque às regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste que, diante do cenário nacional, destacam-se como a segunda maior área cultivada de milho, perdendo apenas para soja (CONAB, 2013). São Paulo e Paraná são os estados líderes na sua produção. A maior produção municipal é a de Jataí, em Goiás (MATOS, 2007). O Estado do Tocantins apresentou na safra 2015/2016 uma estimativa de área plantada na ordem de 201,4 a 218,3 mil hectares com produtividade média de 4.883 kg.ha⁻¹ com estimativa de produção de 981,7 a 1.067,8 mil toneladas (CONAB, 2015).

3.3 Importância da cultura na alimentação humana e animal

O milho verde (assim chamado por ser colhido antes de amadurecer) é consumido verde, cozido ou assado na espiga (MATOS, 2007). Com importância na alimentação humana e de animais, bem como na indústria para a produção de amido, óleo, álcool, flocos alimentícios, bebidas e de muitos outros produtos importantes em nosso cotidiano (SILVA et al., 2012). É um dos alimentos mais nutritivos que existem, contendo quase todos os aminoácidos conhecidos, sendo exceções a lisina e o triptofano (MATOS, 2007).

O milho verde pode ser comprado na espiga, com ou sem palha. Os grãos devem estar bem desenvolvidos, porém macios e leitosos. A palha deve apresentar-se com aspecto de produto fresco e cor verde viva. Para consumo em saladas, assado ou cozido, prefira os grãos mais novos (MATOS, 2007). A indústria tem preferência por maior teor de açúcar e menor teor de amido, o que também é desejado para o consumo “in natura”. A característica “maior teor de açúcar” inviabiliza o processamento de alguns pratos, como o curau e a pamonha, por causa do teor de amido (MAGGIO, 2006).

No Brasil o milho verde tem importância em virtude das diversas aplicações e usos, sobretudo nas festividades dos santos juninos e o grande consumo de suas iguarias como pamonha, curau e a canjica (SOUSA et al., 2015). Acredita-se que, em pouco tempo, o milho doce se tornará importante cultura hortícola no Brasil, podendo ser uma alternativa agrônômica rentável principalmente em regiões localizadas nas proximidades de indústrias de processamento (ARAÚJO et al., 2006).

A produção de milho tem crescido, porém o consumo tem aumentado mais que a produção (MATOS, 2007). Surgindo a necessidade de se realizar novos experimentos com milho verde, além da questão de ser um alimento de grande valor, pode trazer benefícios com a colheita antecipada e da possibilidade da área ser utilizada para a produção animal. Com a colheita da espiga (com a planta ainda verde) o restante pode ser utilizado para alimentação animal ou cobertura do solo (SOUSA et al., 2015). De forma que o máximo potencial produtivo seja explorado podendo assim ser produzida em maiores escalas (CARMO et al., 2012).

A cultura do milho verde se tornou uma alternativa de grande valor econômico para o produtor em razão do bom preço de mercado e da demanda pelo produto “in natura”. A produção do milho verde agrega valor, permitindo o uso de mão-de-obra familiar, movimentando o comércio e a indústria caseira. É uma atividade quase que exclusiva de pequenos e médios agricultores (MATOS, 2007).

3.4 Aplicação do P na cultura do milho.

O milho, assim como a maioria das culturas comerciais, requer a interação de um conjunto de fatores edafoclimáticos apropriados ao seu bom desenvolvimento. Assim, um solo rico em nutrientes teria pouco ou quase nenhum significado para a cultura se esse mesmo solo estivesse submetido a condições climáticas adversas ou,

ainda, apresentasse características físicas inadequadas que influenciariam negativamente na condução e desenvolvimento da cultura (RODRIGUES et al., 2012).

O P é um importante macronutriente, componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucleicos e fosfolipídios, e, também, da adenosina trifosfato (ATP). É considerado elemento essencial para as plantas e encontra-se em baixa quantidade nos solos brasileiros, de maneira que os solos, por serem acentuadamente intemperizados, apresentam capacidade de troca catiônica (CTC) reduzida e adsorção aniônica alta. Esta condição proporciona redução na saturação de bases, com aumento gradual na retenção de ânions, como o fosfato, sulfato e molibdato, entre outros. Em decorrência disto, os solos mudam, gradualmente, de fonte para dreno de fósforo inorgânico (NOVAIS e SMYTH, 1999 apud OURIVES et al., 2010).

O P é um nutriente limitante em várias regiões do mundo, principalmente nos solos intemperizados dos trópicos. Quando a disponibilidade desse nutriente no solo é limitante durante o crescimento e desenvolvimento vegetal, ocorre redução no metabolismo, diminuição da biomassa e da superfície de vários órgãos das plantas, como por exemplos das folhas e das raízes, afetando negativamente a produtividade. Isto se deve ao fato de P estar envolvido na transformação e transporte de carboidratos, na fotossíntese e na composição dos ácidos nucleicos, açúcares fosfatados, fosfolipídios e coenzimas (TAIZ e ZEIGER, 2006 apud COIMBRA et al., 2014).

A disponibilidade do P às plantas é complexa e subordinada a muitos fatores, como acidez do solo e mineralogia do solo. Isso ocorre porque o principal mecanismo de transporte do fósforo no solo é a difusão, que é influenciada pelo conteúdo volumétrico de água no solo, a interação fósforo-coloide e a distância a percorrer até as raízes. Em geral, são registrados valores muito baixos de transporte de fósforo, em razão de sua forte interação com os colóides do solo, especialmente em solos tropicais muito intemperizados (KANEKO et al., 2014).

O fósforo é considerado essencial, uma vez que satisfaz os dois critérios da essencialidade, diretamente por participar de compostos e reações vitais para as plantas, e indiretamente porque na sua ausência a planta não completa seu ciclo de vida, não podendo ser substituído por outros. Esse nutriente é absorvido predominantemente na forma iônica de H_2PO_4^- ; sua acumulação nas células corticais da raiz é seguida pela transferência dentro desta até o xilema através do simplasto,

chegando às folhas ou às regiões de crescimento, sendo juntamente com o nitrogênio o elemento mais prontamente redistribuído (MALAVOLTA, 2006; TAIZ & ZEIGER, 2010 apud VIEIRA et al., 2011).

O principal fator responsável pelos baixos índices de produtividade, principalmente em pequenas propriedades, é a inadequada nutrição da planta, que aliada a pouca eficiência de algumas fontes de fertilizantes compromete o sistema de produção (SILVA et al., 2012). Os teores de P na solução dos solos da região do cerrado são geralmente muito baixos. Essa característica, associada à alta capacidade que esses solos têm para reter o P na fase sólida, é a principal limitação para o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola rentável sem a aplicação de adubos fosfatados (SOUSA; LOBATO e REIN, 2004).

A produção em larga escala de milho e de outros grãos no Cerrado somente tornou-se viável com o desenvolvimento de tecnologias de melhoria da fertilidade dos solos da região (RESENDE et al., 2006). Entre essas tecnologias destaca-se a conscientização dos produtores da necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando uma produção sustentada. Essa melhoria na qualidade dos solos está geralmente relacionada ao manejo adequado, o qual inclui entre outras práticas, a rotação de culturas, plantio direto, manejo da fertilidade através da calagem, gessagem e adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos (COELHO, 2006).

Cantarella e Raij (1997) recomendam a aplicação fósforo, para solos com teores abaixo de 6 mg.dm^{-3} , nas doses de 90 kg.ha^{-1} de P para milho grão e silagem com estimativa de produção de 6 a 8 toneladas por hectares de grãos. Já para o milho verde e milho doce, a recomendação para a mesma situação de fertilidade do solo, é de 80 kg.ha^{-1} de P.

Freire et al., (1999) recomenda para solos de baixa fertilidade em P, a aplicação de 100 kg.ha^{-1} de P quando se objetiva aproveitar somente a espiga na colheita, permanecendo o restante da planta na área. Já para exportação das espigas, e utilização do restante da planta para outra finalidade, como na alimentação animal, recomenda a aplicação de 120 kg.ha^{-1} de fósforo, considerando uma população de $50000 \text{ plantas.ha}^{-1}$.

Alves et al., (1999) recomenda para solos com baixa disponibilidade de fósforo aplicar 100 Kg.ha^{-1} P para uma produtividade esperada de 6 a 8 Mg.ha^{-1} de grão e para as mesmas condições recomenda a aplicação de 120 Kg.ha^{-1} de P, quando o

objetivo do plantio e a produção de silagem, para uma produtividade de matéria verde de 40 a 50 Mg.ha⁻¹.

A análise do solo é imprescindível para definir as quantidades adequadas de fertilizantes fosfatados a serem fornecidos conforme o “status” de fertilidade do solo em relação ao P. Porém, há ainda muita dificuldade em estabelecer recomendações de adubação otimizadas, baseadas em critérios para alta eficiência técnica e econômica. A diversidade de fertilizantes fosfatados disponíveis, assim como as variações quanto à solubilidade das fontes, leva à necessidade de definição ou confirmação das melhores doses e formas de aplicação desses fertilizantes em diferentes ambientes, a fim de subsidiar os técnicos e agricultores na tomada de decisão para aquisição de insumos e manejo da adubação fosfatada (RESENDE e FURTINI NETO, 2007).

Devido à baixa disponibilidade no solo, o fertilizante fosfatado é um dos mais aplicados na agricultura brasileira, sendo encontrados diversos adubos fosfatados no comércio, os quais diferem em concentração de P e solubilidade (FRANDOLOSO, et al., 2010). No Brasil, os principais fertilizantes utilizados como fontes de P são os fosfatos totalmente acidulados (superfosfato simples e superfosfato triplo), os fosfatos de amônio (monoamônio fosfato – MAP e diamônio fosfato – DAP), os termofosfatos (termofosfato magnesiano) e os fosfatos naturais importados (fosfatos de Arad, Gafsa, Carolina do Norte, etc.) e nacionais (fosfatos de Araxá, Pato de Minas, etc.) (RESENDE e FURTINI NETO, 2007).

O requerimento de grandes quantidades de fosfatos na correção da fertilidade dos solos e a ausência de reservas abundantes de rochas fosfatadas de boa qualidade no País, associados ao elevado custo dos fertilizantes, justificam estudos para otimizar a eficiência no uso de adubos fosfatados (RESENDE et al., 2006). Entre as principais justificativas de desenvolvimento deste trabalho citam-se: fatores técnicos, sociais e econômicos promissores da cultura do milho verde para o cultivo no Estado do Tocantins.

De acordo com Sousa; Lobato e Rein, (2004) os solos da região do Brasil Central apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, o que compromete a produtividade do milho. A maioria dos trabalhos sobre nutrição de plantas publicados na literatura refere-se ao cultivo de milho grão, ocasionando poucas informações sobre o manejo da adubação fosfatada no cultivo do milho verde, principalmente em sistema irrigado.

De acordo com Marin et al., (2015) a prática de adubação é indispensável para obtenção de alta produtividade o que garante, uma lavoura mais uniforme e, conseqüentemente, com maior potencial produtivo. Podendo expressar ao máximo seu potencial produtivo.

4 MATERIAL E METODOS

4.1 caracterização do experimento

O experimento foi implantado e conduzido na área da Propriedade Rural Faz. Kairós no município de Itaguatins-TO localizado no Km 6 da Rodovia TO-206 a 100 km do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTO - *Campus* de Araguatins). A precipitação média local é de 1.500 mm ano⁻¹, temperatura de 28,5°C e altitude de 120 m. Segundo a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, apresentando duas estações distintas, seis meses de período chuvoso e seis meses de período seco.

O experimento foi implantado em um LATOSSOLO AMARELO, textura média (EMBRAPA, 2013). Antes da implantação do ensaio experimental foram coletadas 15 subamostras de terra, para compor a amostra composta, no horizonte de 0-20 cm de profundidade para realizar a análise química para fins de fertilidade (Tabela 1) conforme indicação de Raij (2001).

O ensaio experimental foi implantado no dia 08/04/2016, período de seca coincidindo com o momento de maior demanda do produto colhido. Foi utilizado no plantio a cultivar de milho, híbrido simples AG 1051 com indicação para milho verde e silagem.

O experimento consistiu da aplicação das seguintes doses de P, (tratamentos), D0 = 0 ; D1 = 50; D2 = 100; D3 = 150; D4 = 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, aplicado como adubação de base, distribuído manualmente ao longo do sulco de plantio. Estas doses corresponderam, respectivamente, a zero, metade, uma vez, uma vez e meia e duas vezes as doses padrão, indicada por Cantarella & Raij (1997). Que e de 100 Kg.ha⁻¹.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso (DBC) e a unidade experimental foi constituída por cinco linhas de milho espaçadas 0,5 m entre si e 4 plantas por m linear com comprimento de 5 m, apresentando um estande populacional de 80.000 plantas.ha⁻¹. Assim cada unidade experimental (parcela)

consistiu de 10 m² de área sendo as três linhas centrais utilizadas para avaliações e as duas laterais utilizadas para efeito de bordadura (Figura 2).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo antes da instalação do experimento.

pH (CaCl ₂)	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%
4,19	13,5	3,7	3,2	34,2	12,8	40,4	3	91	55
Argila%		Site%		Areia%					
35		26		39					

A irrigação foi feita por aspersão, sendo irrigados continuamente durante a condução dos ensaios experimentais, tomando-se como base à umidade correspondente a 70% da capacidade de campo, acompanhado pelo método diagnóstico da tensiometria implantados na área.

Para o desenvolvimento da cultura aplicou-se 20 kg.ha⁻¹ de N e 20 kg.ha⁻¹ de K distribuído manualmente ao longo do sulco de plantio, nas formas de sulfato de amônia e cloreto de potássio respectivamente. As mesmas doses de N e K foram repetidas aos 15, 30 e 45 dias após o plantio como adubação de cobertura totalizando 80 Kg.ha⁻¹ de N e de K segundo recomendação Cantarella & Raij (1997). Distribuídas manualmente ao longo da linha das plantas (Figura 3).

Para as avaliações de crescimento e/ou desenvolvimento, realizou-se a medição do diâmetro do colmo com paquímetro digital no ponto médio do segundo internódio do colmo acima do solo em (mm) e a altura das plantas medindo-se da base da planta, rente ao solo, até a curvatura da folha bandeira utilizando fita métrica, avaliando 15 plantas por parcela escolhidas ao acaso (Figuras 4 e 5). A altura da inserção da primeira espiga, bem como o seu diâmetro e comprimento em (mm) e (cm), respectivamente, e o número de espiga por planta no decorrer do estágio reprodutivo.

4.2 Análise estatística

As avaliações eram realizadas quinzenalmente. Ao final do cultivo foram avaliados a produtividade da cultura em espigas.ha⁻¹ bem como o rendimento de

massa verde e seca para produção de silagem. Para a avaliação da qualidade da espiga avaliou-se o tamanho da espiga (Figura 6) em cm o diâmetro em mm (Figura 7), o número de fileiras de grãos por espiga, a massa da espiga e a massa dos grãos da espiga.

Com base nos resultados obtidos, procedeu a realização de análises de variância para as diversas variáveis estudadas e, sempre que possível, a análise de regressão entre os tratamentos, na planta, e a produção.

Para os resultados obtidos, foi realizada a análise de variância e, para comparação das médias, o teste de regressão ($p < 0,05$), utilizando o programa estatístico AGROESTAT.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Efeito dos tratamentos no desenvolvimento da planta

A aplicação de doses de P não influenciou nas variáveis indicativas de desenvolvimento das plantas (altura, diâmetro e altura de inserção da 1ª espiga) com a variação de doses, já a variável época sofreu influência, ao longo do cultivo das plantas, o que a era esperado pelo desenvolvimento da planta ao longo do tempo, e não houve interação das doses com as épocas (**Tabela 2**).

Tabela 2. Resumo da análise de variância das características indicativas de desenvolvimento das plantas de milho sob efeito de doses de fósforo. Araguatins - TO, 2016.

Fontes de Variação	Altura da planta (cm)	Diâmetro do colmo (mm)	Altura de inserção da 1ª espiga
Blocos	4,23**	6,37**	2,13 ^{ns}
Doses (D)	1,09 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,79 ^{ns}
CV (%) Parcelas	7,76	4,99	4,24
Épocas (E)	4760,45**	1274,29**	-
DxE	0,80 ^{ns}	0,88 ^{ns}	-
CV (%) Sub-parcelas	5,26	5,58	-

**, * e ^{ns} - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não-significativo, respectivamente.

Não foi observado efeito para doses de P, resultado semelhante ao encontrado por Valderrama et al. (2011) avaliando doses de 0, 50, 100 e 150 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Entretanto, Lucena et al., (2000) testando P nas doses de 0, 60, 120, 180 e 240 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, verificaram aumento da altura de plantas de milho, até a dose de 177 kg

ha⁻¹ de P₂O₅. Porém, utilizando um espaçamento entre linhas de 1 m e 5 plantas por metro linear, e a cultivar BR 5033, apresentando-se assim, condições de densidade e material genético diferente, o que pode ter influenciado nos resultados.

A resposta de características à adubação depende de vários fatores, a exemplo dos fatores ambientais e genéticos do híbrido utilizado (FREIRE et al., 2010). Para Sangoi & Silva (2006) a densidade e o arranjo de plantas são considerados fatores fundamentais para otimizar a exploração do ambiente pelo milho.

Para a variável altura não se observou diferença significativa em função das doses de P, apresentando como menor média a altura de 196,13 cm e a maior média de 200,98 cm, para as doses de 50 e 100 Kg.ha⁻¹ de P respectivamente, com uma diferença de apenas 5,59 cm entre a maior e a menor média de altura. Para a altura de inserção da primeira espiga a variação entre maior e menor média de altura foi de 4,66 cm, sendo a menor média 106,94 cm e a maior 111,60 cm para as doses de 150 e 100 Kg.ha⁻¹ de P aplicadas ao solo respectivamente. Plantas mais altas e com inserção de espigas também mais altas apresentam vantagens na colheita (POSSAMAI et al., 2001), o que pode aumentar o rendimento desta operação no campo (CARMO et al., 2012).

5.2 Efeito dos tratamentos na qualidade da espiga

A aplicação de P influenciou nas seguintes variáveis indicativas de qualidade da espiga: comprimento da espiga, diâmetro da espiga, massa total da espiga, e massa dos grãos por espiga. Já as variáveis número de fileira de grãos por espiga e número de espigas por planta, não sofreu influência significativa com a variação de doses de fósforo, no cultivo do milho verde (Tabela 3).

As variáveis diâmetro e comprimento de espigas, massa da espiga e massa dos grãos por espiga foram significativamente influenciadas pelas doses de P₂O₅ aplicadas ao solo (Tabela 3). Logo, deduz-se que é importante se adubar com P₂O₅, visto que, ao se adubar com esse nutriente, o comprimento e o diâmetro das espigas, a massa da espiga e dos grãos são superiores estatisticamente àqueles obtidos sem a aplicação do mesmo (SILVA et al., 2014).

O desdobramento dos efeitos dos tratamentos para as variáveis, comprimento e diâmetro de espiga, massa da espiga e massa dos grãos por espiga, por meio da análise de regressão polinomial evidenciou, para todas as variáveis, efeito linear para as doses P aplicadas no solo (Figuras 8, 9, 10 e 11).

Tabela 3. Resultados das médias de: comprimento de espiga em cm (CE), diâmetro de espiga em mm (DE), massa total de espiga em g (MTE), número de fileiras de grãos (NFG), massa de grãos em g (MG) e número de espigas por hectare (NEH), em função das doses de fósforo aplicadas no cultivo do milho verde. Araguatins -TO, 2016.

Fósforo	CE	DE	MTE	NFG	MG	NEH
kg.ha ⁻¹						
0	18,27	41,71	162,15	15,40	89,09	90606,50
50	17,87	43,59	169,30	15,05	102,36	88000,00
100	18,25	43,30	171,20	14,95	102,37	86571,42
150	19,37	44,37	185,08	15,05	113,54	86666,66
200	19,47	45,98	197,75	15,70	120,76	102666,68
Teste F	5,45**	8,09**	4,02**	0,58 ^{NS}	7,23**	0,97 ^{NS}
C.V. (%)	3,33	2,50	8,01	5,39	8,52	15,09

**, * e ^{NS} - Significativo a 1 e a 5% de probabilidade, e não significativo pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferiram estatisticamente entre si.

Verifica-se que as doses de P₂O₅ aplicadas no solo não influenciaram significativamente a variável, número de fileiras de grãos por espigas. O aumento do número de fileiras de grãos por espiga também não foi constatado por Silva et al., (2014) avaliando doses de nitrogênio e fósforo para produção econômica de milho. Da mesma forma Valderrama et al. (2011) avaliando o efeito de doses e fontes de N, P e K nos componentes de produção e na produtividade da cultura do milho, não verificaram aumento no número de fileiras de grãos por espigas com o aumento das doses de fósforo aplicadas no solo.

Pelá et al., (2010) constataram, ao avaliar o efeito de doses de NPK sobre a produtividade do milho híbrido simples P30K75, aumento linear no número médio de fileiras por espiga com o incremento da adubação. Tais resultados evidenciam que a resposta de características à adubação depende também de outros fatores, a exemplo dos fatores ambientais e genéticos do híbrido utilizado (FREIRE et al., 2010). Outro fator que pode afetar a produção do milho é a densidade de plantas. Para Sangoi e Silva (2006) a densidade e o arranjo de plantas são considerados fatores fundamentais para otimizar a exploração do ambiente pelo milho. Cruz & Pereira Filho

(2002), recomendam um estande de 35 a 55 mil plantas/ha para a produção de milho verde.

Para a variável número de espigas por planta não houve diferença significativa entre as várias doses de P aplicadas ao solo, resultado semelhante ao encontrado por Valderrama et al. (2011) que avaliando diferentes doses de N, P e K com um estande de 62.500 plantas.ha⁻¹ não observou diferença significativa para o número de espigas.ha⁻¹ em função das doses de P aplicadas apresentando uma proporção de 1,025 espiga.planta⁻¹ com a dose de 150 Kg.ha⁻¹ de P. Apesar de não observar diferença significativa obteve-se uma diferença de 12000 espigas entre a dose de 200 e de 0 kg.ha⁻¹ de P aplicados ao solo com uma produção de 102666,68 e 90666,50 espigas.ha⁻¹ para as respectivas doses, o que ressalta a importância da adubação fosfatada no cultivo do milho (SILVA et al. 2014).

Na (Figura 8) são apresentados os resultados de comprimento da espiga em função dos níveis de P₂O₅ aplicados ao solo. Verifica-se que os dados de comprimento de espiga se ajustaram significativamente ($p \leq 0,01$) a uma equação linear, cujo coeficiente de determinação explica que o efeito dos tratamentos com P₂O₅ sobre a variável analisada foi da ordem de 72%. As dosagens avaliadas apresentaram um aumento crescente do comprimento da espiga, não apresentando tendência contínua decrescente. O que indica que a dose de máxima eficiência pode ser maior que a dose testada.

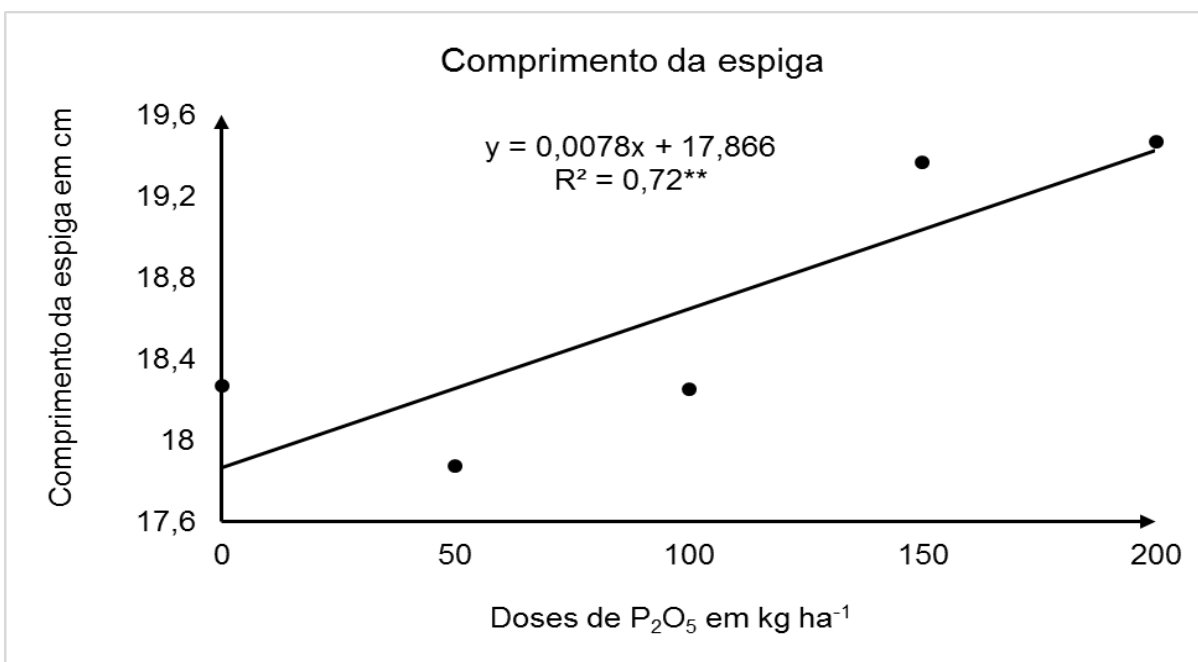


Figura 8: Comprimento da espiga de milho, em função de dosagens crescentes de P aplicadas ao solo.

A dose de 200 kg de P_2O_5 ha^{-1} proporcionaram os maiores comprimentos e diâmetros das espigas, com 19,47 cm e 45,98 mm respectivamente, conforme mostra as (figuras 8 e 9).

Diferente resultado foi encontrado por Oliveira et al., (2012), que avaliando o desempenho agrônômico da cultura do milho de segunda safra, submetida à diferentes níveis de adubação NPK, não apresentou diferença no comprimento da espiga sob doses 0, 125 e 250 kg de NPK 08-28-16.

O desdobramento dos efeitos dos tratamentos para a variável diâmetro de espiga por meio da análise de regressão linear evidenciou, efeito linear para as doses fósforo aplicadas no solo (Figura 9). Os dados do diâmetro da espiga se ajustaram significativamente ($p \leq 0,01$) a uma equação linear, com coeficiente de determinação do efeito dos tratamentos com P_2O_5 sobre a variável analisada, na ordem de 89%. Onde as médias de diâmetro de espiga apresentaram uma diferença de 4,7 mm entre a dose D0 e D4.

Oliveira et al., (2012) avaliando o desempenho agrônômico da cultura do milho diferentes níveis de adubação NPK também observou, que o diâmetro da espiga foi influenciado pela adubação, com a dose 125 $kg.ha^{-1}$ de NPK mostrando-se superior a dose de 250 $Kg.ha^{-1}$.

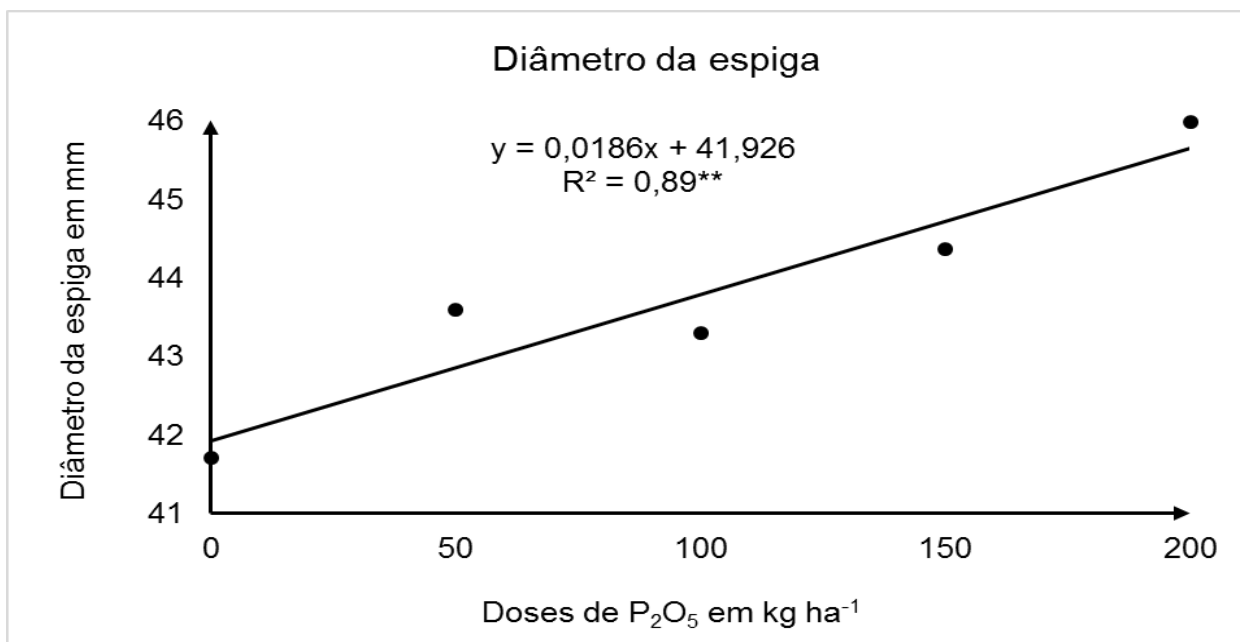


Figura 9: Diâmetro da espiga de milho, em função de dosagens crescentes de P aplicadas ao solo.

As (Figuras 10 e 11) representam as variações do rendimento da massa da espiga e da massa dos grãos por espiga em função das dosagens de P aplicadas ao

solo. Verifica-se que o rendimento da massa da espiga apresentou aumento com o aumento das dosagens de P, sendo a diferença entre as doses de 200 e de 0 Kg ha⁻¹ de P aplicados, da ordem de 35,60 gramas, com média de massa por espiga de 197,75 e 162,15 g para as doses de 200 e de 0 Kg ha⁻¹ de P respectivamente, com uma estimativa de produção de 20.302 Kg há⁻¹ de espigas de milho e rendimento de 12.398 Kg há⁻¹ em massa de grãos com a aplicação de 200 Kg ha⁻¹ de P.

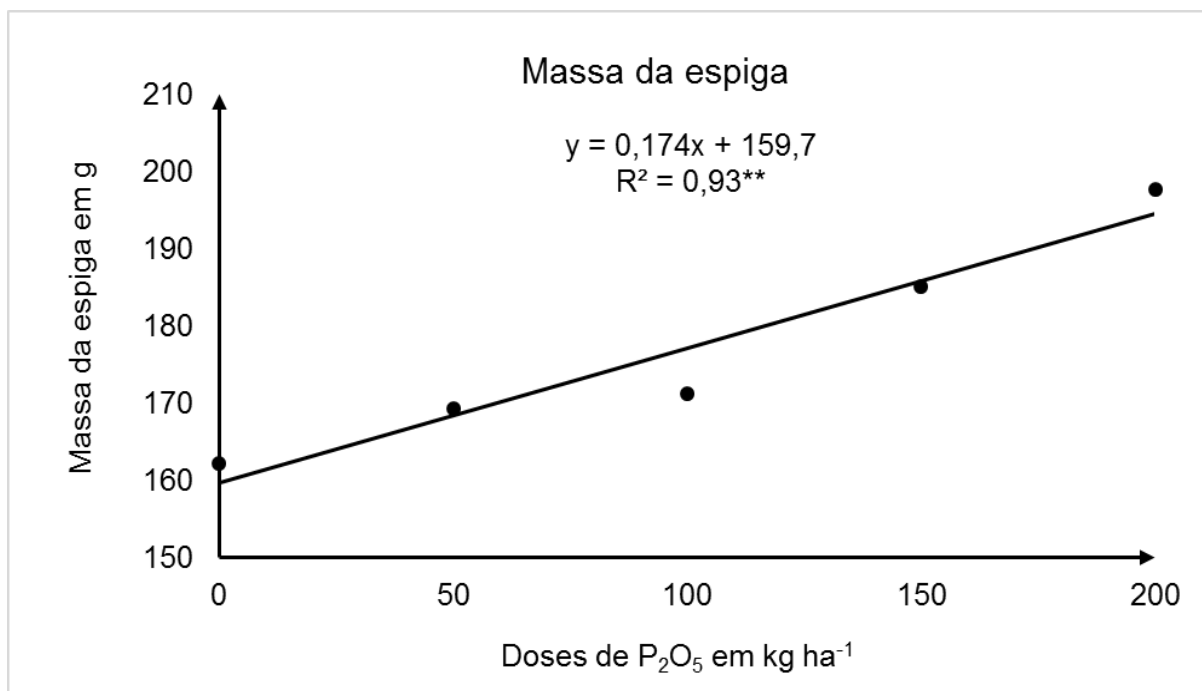


Figura 10: Massa da espiga de milho, em função de doses crescentes de P aplicadas ao solo.

Tais resultados retrata a importância da adubação com P, visto que, ao se adubar com esse nutriente, o rendimento da massa da espiga e da massa dos grãos por espiga é superior estatisticamente àqueles obtidos sem a aplicação do mesmo. Silva et al., (2014) avaliando a melhor combinação das doses de nitrogênio e fósforo associadas à máxima produção econômica de grãos de milho observaram que as variáveis diâmetro e comprimento de espigas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos foram significativamente influenciadas pelas doses de N e de P aplicadas ao solo.

Souza et al., (1998) avaliando o efeito da adubação com P e Zn na cultura do milho, com as mesmas doses de P do presente trabalho, verificaram que a dose de 200 kg de P₂O₅ ha⁻¹ proporcionou maior rendimento de grãos. Gonçalves Junior et al. (2007) avaliando os componentes da produção e a produtividade da cultura do milho, em função da adubação com NPK e Zn, em dois solos de textura diferenciada, verificou que em um LATOSSOLO VERMELHO eutrófico a formulação que

apresentava 200 kg de P_2O_5 ha^{-1} proporcionou maior peso de 1000 grãos, em comparação com doses com 0 e 100 kg do elemento.

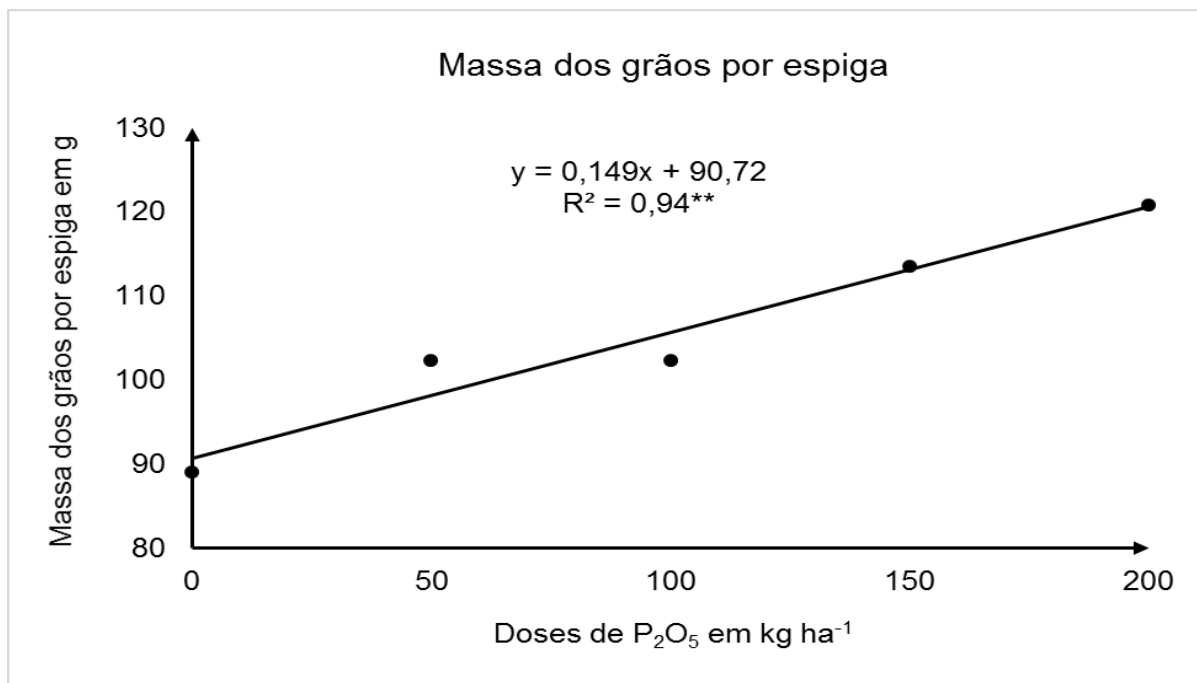


Figura 11: Massa dos grãos por espiga de milho, em função de doses crescentes de P aplicadas ao solo.

5.3 Efeito dos tratamentos na massa da matéria verde e seca da planta de milho.

Não se observou efeito significativo da aplicação de P na produção da massa da matéria seca e massa da matéria seca das plantas de milho (Tabela 4).

Verifica-se que a aplicação de P não promoveu diferença significativa na produção da massa da matéria verde e massa da matéria seca. No entanto, observa-se nas médias que o tratamento D1 com a dose de 50 kg de P_2O_5 . ha^{-1} apresentou maior média 619,38 g de massa verde por planta. E para massa seca o tratamento D2 com a dose 100 kg de P_2O_5 ha^{-1} proporcionou a maior média 186,10g de massa seca por planta.

Um fator que pode ter implicado neste resultado de baixa resposta à aplicação de P pode ser explicado pela capacidade de adsorção de P do solo utilizado, Latossolo Amarelo textura média que são solos intemperizados e apresenta minerais em abundância que resulta na retenção de P em maior intensidade (VILAR et al., 2010). Outro fator pode ter influenciado é o valor do pH no solo em questão que foi de 4,19 e segundo Prado (2008) sendo analisado como fator isolado, é o que mais afeta a disponibilidade do P no solo, sendo que o pH próximo de 6,5 é o que promove a maior disponibilidade do elemento na solução do solo.

Tabela 4 – Massa da matéria verde (MV) e massa da matéria seca (MS) da planta de milho em função da adubação com fósforo. Araguatins – TO, 2016.

Doses de Fósforo	MV (g)	MS (g)
0	519,6250	161,4075
50	619,3825	183,0800
100	597,8175	186,1075
150	584,9975	176,9975
200	554,0400	177,3950
Teste F	1,01 ^{ns}	0,26 ^{ns}
C.V. (%)	13,50	20,94

^{**}, ^{*} e ^{ns} - Significativo a 1% e 5% de probabilidade, e não-significativo, respectivamente.

Embora as exigências do milho em P sejam bem menores que N e K as doses normalmente recomendadas são altas em função da baixa eficiência de aproveitamento do nutriente pela cultura, que é decorrente da alta capacidade de fixação do mesmo, afirma Coelho (2006). Cita ainda, o autor, que além da demanda de P pela cultura, plantas com intenso desenvolvimento, de ciclo curto como o milho, requerem maior nível de P em solução e reposição mais rápida do P-adsorvido que as plantas de culturas perenes.

Oliveira et al., (2012) avaliando efeito de doses do P na cultura do milho híbrido 30f35, cultivados em vasos plásticos, inoculado e não inoculado com *Pseudomonas fluorescens*, observaram que não houve diferença significativa para produção de massa da matéria seca de folha e massa da matéria seca de caule para efeito de doses de P.

Outro fator que provavelmente apresentou influencia no desenvolvimento das plantas de milho foi a densidade que ficou acima do comumente recomendado, ficando em 80.000 plantas por hectare, causando competição interespecífica por elementos essenciais ao seu desenvolvimento como nutrientes, água e luz. Silva et al. (2003) analisando o efeito de doses de N e densidade na cultura do milho, observou que houve diferença significativa para os parâmetros altura da planta e altura de inserção da espiga, nas densidades com 30, 50 e 70 mil plantas há⁻¹.

Sangoi e Silva (2006) apud (BERGAMASCHI e MATZENAUER, 2014) citam que a densidade e o arranjo de plantas são considerados fatores fundamentais para

otimizar a exploração do ambiente pelo milho, já que permitem ajustar a cultura à disponibilidade de radiação solar da região ou da época de cultivo.

CONCLUSÕES

A aplicação de fósforo apresentou incremento na produção e na qualidade da espiga colhida. Tendo efeito significativo no desenvolvimento das características avaliadas das plantas de milho: comprimento de espiga, diâmetro de espiga, massa total de espiga e massa de grãos.

A dose de 200 kg de P_2O_5 ha⁻¹ proporcionou os melhores resultados para os parâmetros de: comprimento de espiga, diâmetro de espiga, massa total de espiga e massa de grãos com 19,47cm, 45,988 mm, 197,75 g e 120,76 g respectivamente.

A dose de 200 e de 0 Kg ha⁻¹ proporcionou uma produção de cerca de 20.302 Kg há⁻¹ de espigas de milho e rendimento de 12.398 Kg há⁻¹ em massa de grãos.

REFERÊNCIAS

- Agricultura no Brasil. Disponível em: <https://plantarcrescercolher.blogspot.com.br/2015/10/caracteristicas-do-milho-zea-mays-e.html> acessado em: 20/10/2016.
- ALBUQUERQUE, P. E. P. de Irrigação para o Cultivo do Milho Verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho verde**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. cap. 6, p. 93 - 116. 2002.
- ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRANÇA, G. E. de; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VIEIRA, J. R. & LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. – 5ª Aproximação. – Viçosa, MG, p.314 – 316. 1999.
- ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; SOFIATTI, V. & SILVA, R. F. DA. **Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce colhidas em diferentes épocas**. Bragantia. Campinas, v.65, n.4.2006.
- BASTOS, A. L.; COSTA, J. P. V. da; SILVA, I. de F. da; RAPOSO, R. W. C.; OLIVEIRA, F. de A. & ALBUQUERQUE, A. W. de. Resposta do milho a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.5, p.485–491, 2010.

- BERGAMASCHI, H. e MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014.
- BORÉM, A.; GIÚDICE, M. P. Cultivares Transgênicos cap. 3. *In*: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa, UFV, 2004.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; Milho para grãos e silagem. *In*: RAIJ, B, van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. Ed. ver. atual. Campinas, IAC. p. 56-59. (Boletim Técnico, 100). 1997.
- CARMO, M. S. do; CRUZ, S. C. S.; SOUZA, E. J. de; CAMPOS, L. F. C. & MACHADO, C. G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). **Bioscience Journal**. Uberlândia, 2012 v. 28.
- COELHO, A. M. **Nutrição e Adubação do Milho**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento EMBRAPA. Circular técnica 78. Sete Lagoas, MG, 2006.
- COIMBRA, R. R.; FRITSCHÉ-NETO, R.; COIMBRA, D. B.; NAOE, L. K.; CARDOSO, E. A.; RAONI, D. & MIRANDA, G. V. Relação entre tolerância do milho a baixo teor de fósforo no solo e responsividade a adubação fosfatada. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 30, n. 2. P. 332 - 339, 2014.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Grãos. Decimo segundo levantamento. - Safra 2010/2011. Brasília 2011.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Grãos. Oitavo Levantamento. - Safra 2012/2013. Brasília, 2013.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Grãos. Primeiro levantamento – Intenção de plantio. v. 3 - safra 2015/16- n.1. Brasília 2015.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Grãos. Quarto levantamento. v. 3 - safra 2015/16- n. 4. Brasília 2016.
- CORRÊA, R. M.; NASCIMENTO, C. W. A. do; FREIRE, F. J.; SOUZA, S. K. de S.; SILVA, G. B. da. Disponibilidade e níveis críticos de fósforo em milho e solos fertilizados com fontes fosfatadas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. vol. 3, n. 3, p. 218-224 Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2008.
- CRUZ, J. C. & PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e Tratos Culturais para o Cultivo do Milho Verde. *In*: PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho verde**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. cap. 2, p. 3 - 49. 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileira de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 3. ed. 306 p. 2013.

FRANDOLOSO, J. F.; LANA, M. do C.; FONTANIVA, S. & CZYCZA, R. V. Eficiência de adubos fosfatados associados ao enxofre elementar na cultura do milho. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 57, n.5. 2010.

FREIRE, F. M.; FRANÇA, G. E. de; VASCONCELLOS, C. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVES, V. M. C. & PITTA, G. V. E. Milho verde. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. – 5ª Aproximação. – Viçosa, MG, p.195-196. 1999.

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. 2010.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; TRAUTMANN, R. R.; MARENGONI, N. G.; RIBEIRO, O. L.; SANTOS, A. L. Produtividade do milho em resposta a adubação com NPK e Zn em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico e LATOSSOLO VERMELHO eutroférico. **Ciência agrotecnológica**. Lavras, v. 31, n. 4, p. 1231-1236, 2007.

JESUS, C. M. **Resposta de diferentes genótipos de milho à inoculação de bactérias diazotróficas e fontes de nitrogênio**. 2014. 90 f. Dissertação (mestrado em fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista. Bahia – Brasil, 2014.

KANEKO, F. H.; LEAL, A. J. F.; DIAS, A. R.; ANSELMO, J. L.; BUZETTI, S.; BEM, E. A. D.; GITTI, D. DE C. & NASCIMENTO, V. Resposta do algodoeiro em cultivo adensado a doses de nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Agrarian**. Dourados, v. 7, n.25. 2014.

LIMA, T. G. **Consequências da remoção do limbo foliar em diferentes estádios reprodutivos da cultura do milho**. 2007. 60 f. Dissertação (mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras Minas Gerais, 2007.

LUCENA, L.de F. C.; OLIVEIRA, F. A. de; SILVA, I. de F. da & ANDRADE, A. P. de. Resposta do milho a diferentes dosagens de Nitrogênio e Fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.4, n.3. 2000.

- MAGALHÃES, P. C. & DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento EMBRAPA. Circular técnica 76. Sete Lagoas, MG, 2006.
- MAGGIO, M. A. **Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de milho doce híbrido “tropical”**. 2006. 55 f. Dissertação (mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – IAC. Instituto Agrônomo Pós-Graduação. Campinas, SP 2006.
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5ª ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1989.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MATOS, E. H. da S. F. **Cultivo do Milho Verde**. Dossiê Técnico. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Técnico. UNB. 2007.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. T. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: UFV, 1999.
- OLIVEIRA, M. A. DE; ZUCARELI, C.; SPOLAOR, L. T.; DOMINGUES, A. R.; FERREIRA, A. S. Desempenho agrônomo do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.10, p.1040 - 1046, 2012.
- OLIVEIRA, M. A.; ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; FERREIRA, A. S.; DOMINGUES, A. R.; SPOLAOR, L. T. **Componentes de Produção e Produtividade do Milho em Resposta a Doses de Fósforo e Inoculação com *Pseudomonas fluorescens***. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia - 2012.
- OURIVES, O. E. A.; SOUZA, G. M.; TIRITAN, C. S. & SANTOS, D. H. Fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo inicial de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 40, n. 2. 2010.
- PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Circular Técnica 75. MAPA 2006.
- PAIVA, M. R. de F. C.; SILVA, G. F. da; OLIVEIRA, F. H. T. de; PEREIRA, R. G. & QUEIROGA, F. M. de. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho-verde na Chapada do Apodi - RN. **Revista Caatinga**. v. 25, n. 4, p. 1-10, 2012.

- PELÁ, A.; SANTANA, J. da S.; MORAES, E. R. de. & PELÁ, G. de M. Plantas de cobertura e adubação com NPK para milho em plantio direto. **Scientia Agraria**. Curitiba, v.11, n.5. 2010.
- PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. & GAMA, E. E. G. Cultivares de Milho para o Consumo Verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho verde**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. cap. 1, p. 17 – 30. 2002.
- POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M. de & GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**. Campinas, 2001.
- PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. SP. Editora UNESP, 2008.
- RAIJ, B.V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 285p. 2001.
- RESENDE, Á. V. de. & FURTINI NETO, A. E. **Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do cerrado**. Documentos 195. Embrapa Cerrados. – Planaltina, DF 2007.
- RESENDE, A. V. de. FURTINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPORA, D. I.; SANTOS, J. Z. L. & CARNEIRO, L. F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2006.
- ROCHA, D.; FORNASIER FILHO, D. & BARBOSA, J. C. Efeitos da densidade de plantas no rendimento comercial de espigas verdes de cultivares de milho. **Horticultura Brasileira**. v. 29, n. 3. 2011.
- RODRIGUES, T. R. D.; BROETTO, L.; OLIVEIRA, P. S. R. & RUBIO, F. Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. **Bioscience Journal**. v. 28, n. 4, Uberlândia, 2012.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. Densidade e arranjo populacional em milho. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. 8. 2006. **Anais**. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Densidade/Index.htm>. Acesso em: 28 jul. 2016.
- SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P. & CHRISTOFFOLETI, P.J. **Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. i – implicações sobre a cultura do milho (zea mays)**. Planta Daninha. Viçosa-MG, v. 23, n. 4, p. 589-596, 2005.

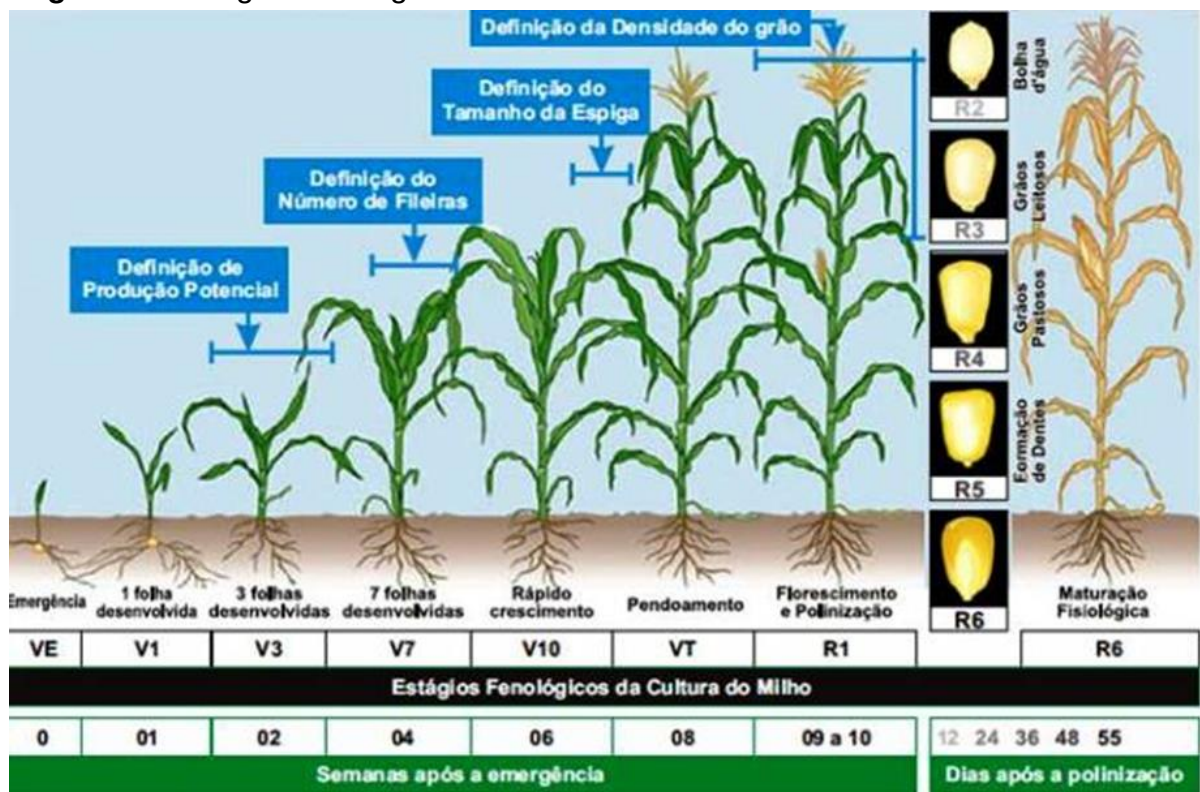
- SILVA, A. de A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P. de, & LANA, R. M. Q. Influência da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 28. 2012.
- SILVA, G. F. da; OLIVEIRA, F. H. T. de; PEREIRA, R. G.; SILVA, P. S. L. e; DIÓGENES, T. B. A. & SILVA, A. R. da C. Doses de nitrogênio e fósforo para produção econômica de milho na Chapada do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 18, n. 12. 2014.
- SILVA, P.S.L.; OLIVEIRA, F.H.T.; SILVA, P.I.B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 21, n. 3, p. 452-455, julho-setembro 2003.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. & REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G. & LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 147-168.
- SOUSA, J. P. S.; OLIVEIRA, JR, L. F. G. de; FAGUNDES, J. L. & LIMA, T. da S. Métodos de implantação de *brachiaria* sp. em consórcio com milho verde. **Bioscience Journal**. Uberlândia. v. 31, n. 3. 2015.
- SOUZA, E. C. A; COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; BARBOSA, J. C. Respostas do milho à adubação com fósforo e zinco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.33, n.7, p103 I-I036, 1998.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. 764p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 719p.
- USDA. United States Department of Agriculture States. Foreign Agricultural Service World Agricultural Production. **United Circular Series**. 2010. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2010/10-04/productionfull04-10.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2016.
- VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M. & TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia. v. 41, n. 2. 2011.
- VASCONCELLOS, C. A.; PEREIRA FILHO e CRUZ, J. C. Adubação para o cultivo do milho verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho verde**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. cap. 4, p. 71 - 82. 2002.

VIEIRA, M. C.; PEREZ, V. B.; HEREDIA, ZÁRATE N. A.; SANTOS, M. C.; PELLOSO, I. A. O. & PESSOA, S.M. Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. Botucatu. v.13. 2011.

VILAR, C. C.; COSTA, A. C. S.; HOERPERS, A.; SOUZA JUNIOR, I. G. Capacidade máxima de adsorção de fósforo relacionada a formas de ferro e alumínio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2010.

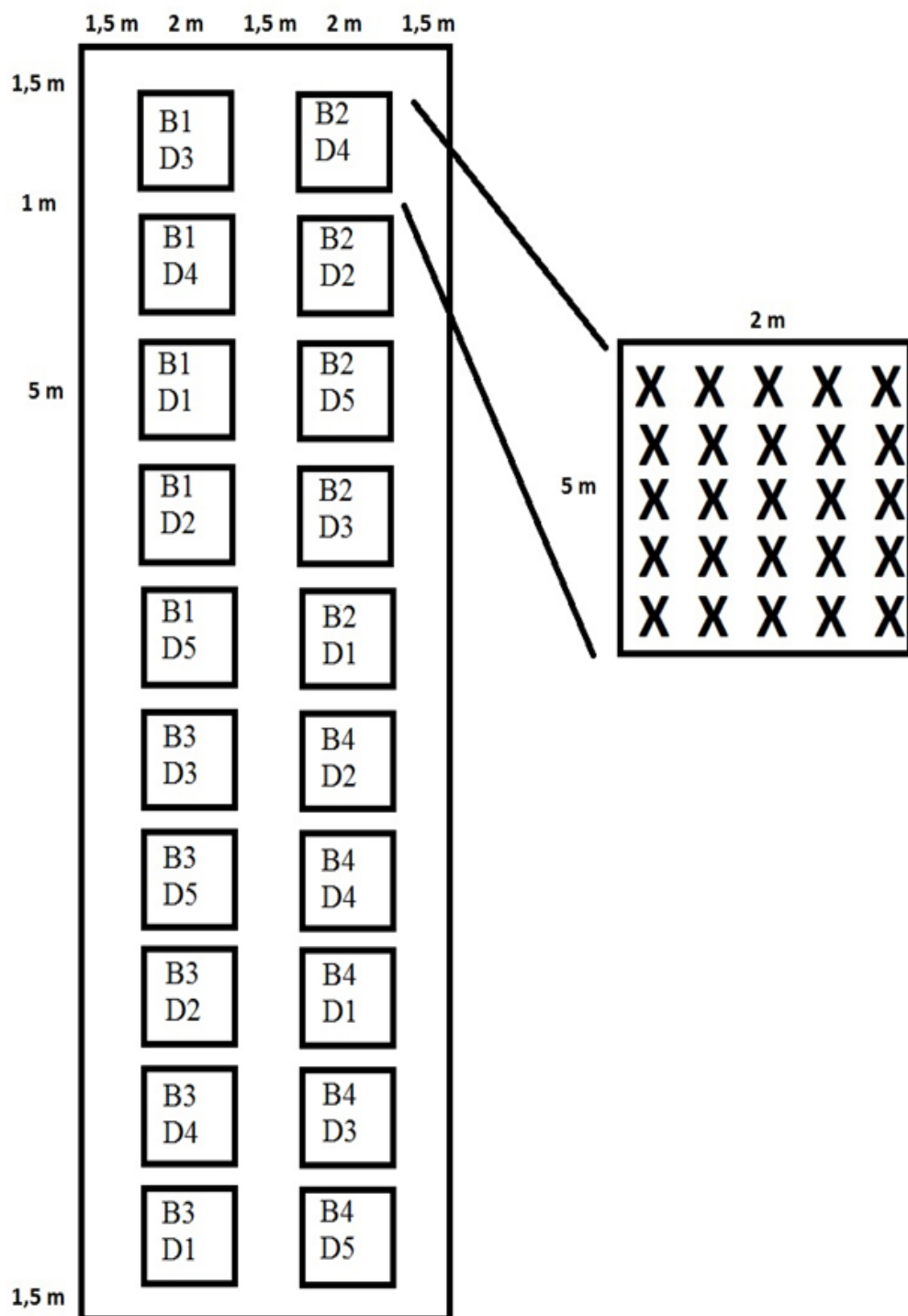
ANEXOS

Figura 1: Estágios fenológicos da cultura do milho.



Fonte: Agricultura no Brasil. Disponível em:
<https://plantarcrescercolher.blogspot.com.br/2015/10/caracteristicas-do-milho-zea-mays-e.html>

Figura 2: Croquí do experimento.



Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

Figura 3: adubação de cobertura na cultura do milho.



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Figura 4: Medição da altura da planta



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Figura 5: Medição do diâmetro da planta.



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Figura 6: Comprimento de espiga.



Fonte: Arquivo pessoal (2016).

Figura 7: Diâmetro de espiga.



Fonte: Arquivo pessoal (2016).