



Conteúdo disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/>

Multi-Science Journal

Website do periódico: <https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience>



Artigo Original

Crescimento de milho (*Zea mays* L.) sob o efeito de doses de biofósforo em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense

Tancio Gutier Ailan Costa¹, Laécio Miranda Cunha², Bruna de Freitas Iwata³, Juliana Vogado Coelho⁴, João Gabriel Pereira dos Santos⁵, Gleide Ellen dos Santos Clementino⁶

¹Universidade Federal do Ceará. Mestrado em Ciência do Solo. Campus Pici. Fortaleza-CE (CEP 60455-900). E-mail: gutierailan@gmail.com. ^{2,5,6}Instituto Federal do Piauí. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Campus Corrente. Rua Projetada Trinta e Seis, 380. Nova Corrente. Corrente-PI, Brasil (CEP 64980-000). ³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Teresina Central. Praça da Liberdade, 1597. Centro. Teresina-PI, Brasil (CEP 64000-040). ⁴Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Rua dos Funcionários, 1540. Juvevê. Curitiba-PR, Brasil (CEP 80035-050).

INFO ARTICLE

Histórico do artigo

Recebido: 15 de julho de 2018

Aceito: de 26 setembro de 2018

Palavras-chaves:

Adubo orgânico

Agroecologia

Produtividade primária

RESUMO

A má disposição final dos resíduos proveniente do tratamento dos esgotos domésticos urbanos, tem proporcionado a buscar por alternativas viáveis para a utilização dos subprodutos gerados para diversos fins. Entre muitos, a atenção é dada ao tratamento e processamento dos subprodutos sólidos provenientes do tratamento dos esgotos, chamado de biofósforo. Este, tem se tornado uma fonte alternativa de adubação orgânica, promissora para o uso agrícola, tendo em vista o seu conteúdo de matéria orgânica e alguns nutrientes essenciais as plantas. Deste modo, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da aplicação do biofósforo no crescimento e produtividade do milho (*Zea mays* L.), em comparação com adubação mineral (NPK) e esterco bovino. O estudo foi realizado no município de Corrente (Piauí), em experimento montado em área do *campus* do Instituto Federal do Piauí. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizado, em esquema fatorial de 4 x 2, com referência as quatro (4) doses de biofósforo utilizadas (0, 1, 2 e 4 kg/parcela) e as parcelas tratadas com esterco bovino (200 g/parcela) e adubação mineral (100 g/parcela). A adubação das parcelas se deu em área total de cada bloco experimental, à lanço com incorporação em profundidade. As avaliações das plantas, foram realizadas observando as seguintes características: germinação e crescimento do milho, tamanho das espigas, produtividade de grãos e biomassa seca da parte aérea (BSA) e biomassa seca total (BST). No estudo, pôde-se verificar que a aplicação do biofósforo atendeu as necessidades da planta (milho) proporcionando um melhor desenvolvimento das plantas quanto ao aumento da germinação das sementes, crescimento total, incremento de BSA e BST, e um maior crescimento das espigas com maior produtividade de grãos. Contraditoriamente, os tratamentos com aplicado do esterco bovino e adubo mineral apresentaram desenvolvimento inferior quando comparados aos tratamentos com aplicação do biofósforo.

1. Introdução

A má disposição e destinação final de resíduos sólidos e líquidos têm sido apontada como um dos principais problemas ambientais enfrentados na atualidade. Essa problemática ressalta a importância do tratamento dos resíduos de origem urbana e rural na preservação da qualidade do solo e da água, visto que em algumas formas de tratamento tem-se a geração de subprodutos (resíduo dos tratamentos) que devem ser destinados corretamente, de

modo a não comprometer a eficiência do processo (Paez, 2011) e a qualidade ambiental.

Nos centros urbanos, o tratamento de águas residuais domésticas (esgoto) gera inúmeros subprodutos na fase sólida, líquida e gasosa que devem passar por tratamento antes de serem encaminhados à disposição final e reutilização. Os processos de tratamento de esgoto separam a parte sólida da líquida para que o efluente tratado possa ser liberado em corpos receptores sem causar danos ao ambiente. Deste modo

os poluentes, nutrientes e contaminantes são concentrados em uma massa denominada lodo de esgoto, que é o subproduto do tratamento (Corrêa et al., 2007). Quando tratado e processado, o lodo recebe o nome de biossólido e adquire características que permitem sua utilização agrícola de maneira racional e ambientalmente segura (Barbosa & Tavares Filho, 2006).

Na agricultura, o uso do biossólido como adubo orgânico é reconhecido, atualmente, como uma das alternativas mais promissoras para disposição final deste resíduo, em virtude de sua sustentabilidade (Camargo et al., 2010). Assim, no Brasil diversos autores têm utilizado e constatado bons resultados em experimento com o uso do biossólido em diversas culturas incluindo o milho (Nascimento et al., 2004; Trannin et al., 2005; Lemainski & Silva, 2006; Nogueira et al., 2006).

O milho (*Zea mays* L.) está entre as principais espécies cultivadas no mundo e a sua produção está condicionado ao uso de fontes de adubação, e esta, sendo realizada de forma adequada contribui para os índices de produção da cultura, sendo a adubação química a mais utilizada. No entanto, formas alternativas de inserção de nutrientes no solo para posterior fornecimento para a cultura vêm sendo testadas, e a aplicação de biossólidos é considerada uma alternativa viável em muitos casos. Segundo Paez (2011) a potencialidade do uso do biossólido como alternativa agrícola pode ser definida pelo fato de ser rico em matéria orgânica, aumentar a fertilidade do solo, promover retenção de água e propiciar indiretamente a deposição de serapilheira ao solo promovendo a ciclagem dos nutrientes. Além de ser economicamente viável, pois seu uso diminui, ou mesmo elimina a necessidade da aplicação de corretivos e fertilizantes minerais, tornando o plantio em que foi empregado mais sustentável, conservativo e econômico.

Camargo et al. (2010) ressalta que embora o uso do biossólido como adubo orgânico esteja entre uma das principais alternativas mais promissoras para disposição final do resíduo, este, deve ser tratado e estabilizado para reduzir ou eliminar patógenos e inibir, reduzir ou eliminar o potencial de putrefação do lodo e, conseqüentemente, seu potencial de produção de odores. Além disso, quando realizado de forma correta, provoca alterações benéficas no solo, uma vez que além de incorporar matéria orgânica, promove a liberação de nutrientes de forma lenta e contínua; forma de liberação extremamente vantajosa para muitas culturas adotadas em nosso país.

Nesse viés, apesar do seu potencial de adubação, estudos envolvendo o uso do biossólido como fertilizante são pouco conclusivos no Brasil, o que se atribui à disponibilidade de resultados referentes a aplicações únicas e seus efeitos em intervalos de tempo relativamente curtos (Delarica et al., 2015). Além do fato da sua aplicação no solo não ser um processo simples, devido à grande variabilidade na sua composição e na complexidade dos diferentes tipos de solo. Assim, estudos que se dedicam a indicar efeitos causados pela disposição desse resíduo no solo, são importantes ferramentas para o uso sustentável do resíduo (Ricci et al., 2010). Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação do biossólido no crescimento e produtividade do milho (*Zea mays* L.), em comparação com adubação mineral (NPK) e esterco bovino.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo, em área pertencente ao Instituto Federal do Piauí - IFPI, localizado no município de Corrente, Piauí, com coordenadas geográficas de 10°26'36" S, 45°09'44" W e altitude de 438 m. Segundo a Embrapa (1999) o solo da região de estudo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, típicos da região de Cerrado.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizado, em esquema fatorial de 4 x 2, com

referência as quatro (4) doses de biossólido utilizadas (0, 1, 2 e 4 kg/parcela apontadas como sendo os tratamentos T1-testemunha, T2, T3 e T4 respectivamente) e as parcelas tratadas com esterco bovino (200 g/parcela) - T5 e adubação mineral (100 g/parcela) - T6. A adubação das parcelas se deu em área total de cada bloco experimental, à lanço com incorporação em profundidade.

O biossólido utilizado no experimento foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da AGESPISA localizada do município de Corrente - Piauí. Para ser utilizado o lodo de esgoto foi submetido a higienização alcalina, pelo tratamento com a cal virgem (CaO) que promove reações exotérmicas no material em função da extinção da CaO. A análise do biossólido realizado pelo Laboratório de Solos da Funceme - Fortaleza apontou as seguintes características químicas: Matéria orgânica= 493,01 g/kg⁻¹; N= 57,32 g/kg⁻¹; P= 7,82 g/kg⁻¹; K= 0,91 g/kg⁻¹; Ca= 207,15 g/kg⁻¹; Mg= 11,12 g/kg⁻¹; S= 21,0 g/kg⁻¹; C= 0,28 g/kg⁻¹; Na= 0,20 g/kg⁻¹; Al= 1,12 g/kg⁻¹; Fe= 19,0 g/kg⁻¹; Mn= 0,25 g/kg⁻¹; Cu= 1,5 g/kg⁻¹ e Zn= 2,8 g/kg⁻¹.

O plantio do milho foi realizado de forma manual, utilizando-se quatro covas com três sementes em cada parcela experimental plantadas a dois centímetros (cm) de profundidade. O experimento foi conduzido aproveitando o período chuvoso da região, descartando a necessidade de qualquer método de irrigação no desenvolvimento do estudo. Após 10 dias do plantio foram iniciadas as medições com trena métrica, alternando em dois dias, em um ciclo total de avaliações de 60 dias. Quanto às avaliações, todas foram realizadas com plantas em todos os seus níveis de vigor observando as seguintes características: germinação e crescimento do milho, tamanho das espigas, produtividade de grãos e biomassa seca da parte aérea (BSA) e biomassa seca total (BST).

As avaliações de germinação foram realizadas 15 dias após a instalação do experimento. Durante o processo inicial, foram realizadas avaliações relativas ao período necessário para a germinação das sementes, que ocorreram a cada dois dias. Para análise do crescimento inicial foram mensurados altura de plantas, determinada por meio da mensuração do comprimento desde o nível do solo até o ápice da planta, com o limbo foliar distendido, baseando em métodos descritos por Melo et al. (2006).

Na colheita foram realizadas avaliações do acúmulo biomassa seca da parte aérea (BSA), biomassa seca total: raízes + biomassa seca aérea (BST), tamanho das espigas e produtividade de grãos. Para a determinação do acúmulo da BSA, as plantas foram coletadas inteiras, picadas e colocadas dentro de sacos de papel e, em seguida, levados à estufa com circulação de ar, regulada a 65 °C, deixando-as até atingir massa constante; na seqüência foi utilizada uma balança analítica, com sensibilidade de 0,01 g para a pesagem do material. Ainda, a esse valor foi somada a massa de matéria seca total da espiga e dos grãos de cada planta. Para o restante das avaliações foram colhidas as espigas das plantas que foram avaliadas individualmente, sendo as espigas secadas ao sol para redução do teor de água. Na seqüência, foi avaliado a quantidade de espigas e o seu tamanho, sendo, posteriormente, debulhadas manualmente. Os grãos de cada espiga foram contados e pesados em balança analítica, com sensibilidade de 0,01 g, a fim de demonstrar a produção total de espigas e grãos para cada tratamento.

Todos os dados obtidos experimentalmente foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico ASISTAT 7.7 (Silva & Azevedo, 2003).

3. Resultados e discussão

O maior percentual de germinação das sementes de milho plantada no experimento se deu nos tratamentos submetidos a aplicação do biofóssido, sendo as parcelas com as doses de 1 (T2) e 4 (T4) kg de biofóssido mais influentes no processo germinativo das sementes, apresentando 92 e 83 % de germinação, respectivamente (Figura1). Este resultado pode estar relacionado a um maior fornecimento de matéria orgânica por parte do biofóssido utilizado, o que por consequência pode ter promovido uma maior retenção de umidade no solo ideal para a germinação das sementes, bem como a manutenção da temperatura do solo, criando condições favoráveis a estimulação da liberação de macro e micronutrientes presentes no adubo, imprescindíveis para a germinação e desenvolvimento das plantas de milho. Tal fato é reforçado por Letrari (2016) ao apontar que a germinação de sementes é superior em áreas que há maior concentração e abundância de matéria orgânica no solo.

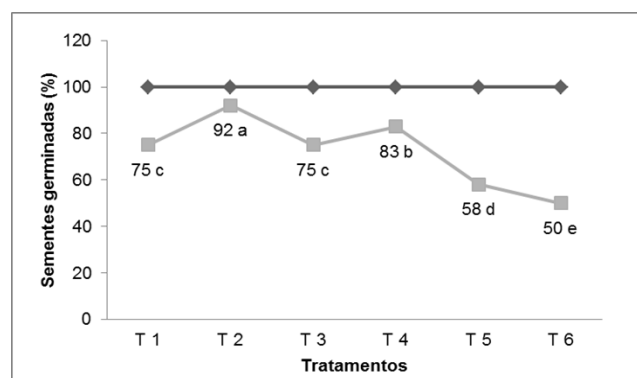


Figura 1. Percentual de germinação de sementes de milho por tratamento em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. *T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofóssido, T3: 2 kg de biofóssido, T4: 4 kg de biofóssido, T5: esterco bovino, T6: NPK. * As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t ao nível de 5% de probabilidade.

O maior incremento de matéria orgânica no solo, rica em carbono orgânico influencia diretamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e o uso do biofóssido pode acarretar um maior aporte deste carbono ao solo pelo seu teor de matéria orgânica. Quanto a isso, Iwata et al. (2010), relatam que os solos tropicais (como é o caso do solo do experimento), o carbono orgânico do solo (COS) contribui de forma determinante para aprimorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Assim, ele atua como fonte de energia para a biomassa microbiana; no processo de armazenamento e fornece nutrientes para o solo; disponibiliza água para os vegetais; contribui na formação e estabilização dos agregados; favorece resistência ao solo e melhora significativamente a densidade do mesmo e favorecer a troca catiônica.

Quanto ao crescimento das plantas de milho, pôde-se verificar que os tratamentos com doses de biofóssido (T2, T3 e T4), apresentaram os melhores resultados de desenvolvimento das plantas quando comparados aos demais tratamentos. Aos 20 primeiros dias de avaliação houve crescimento semelhante para os tratamentos com biofóssido. Passados 40 dias o destaque foi dado aos tratamentos com 2 kg (T3) e 4 kg (T4) de biofóssido. Já aos 60 dias, o tratamento com 2 kg (T3) destacou-se em relação aos outros, denotando que os nutrientes presentes nessa dosagem são suficientes para favorecer o desenvolvimento da planta, não necessitando de dosagens superiores, como adotadas no tratamento com 4 kg (T4). Entretanto, possivelmente a dosagem adotada no T4 não causa danos para a planta, podendo fornecer nutrientes a longo prazo (Figuras 2 e 3).

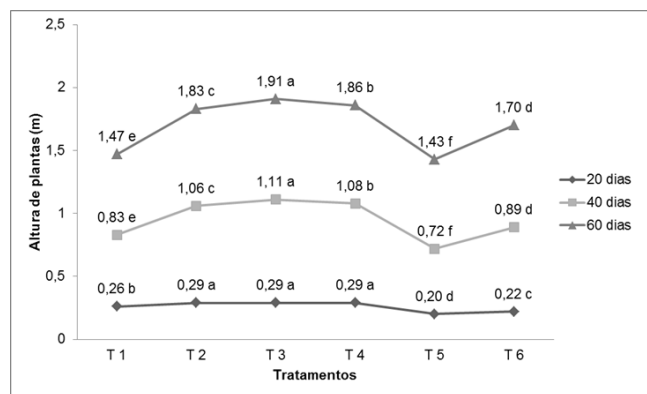


Figura 2. Variáveis altura, no período de 20, 40 e 60 dias em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense * T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofóssido, T3: 2 kg de biofóssido, T4: 4 kg de biofóssido, T5: esterco bovino, T6: NPK. *As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t ao nível de 5% de probabilidade.

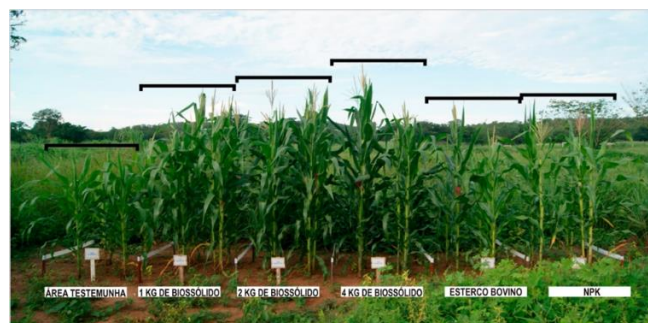


Figura 3. Variáveis altura, em função das doses de biofóssido em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. *T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofóssido, T3: 2 kg de biofóssido, T4: 4 kg de biofóssido, T5: esterco bovino, T6: NPK. Fonte: Laécio Miranda Cunha, 2017

O melhor desenvolvimento do milho nas parcelas com uso do biofóssido durante todo o experimento (Figura2) deve estar relacionado a uma melhor disponibilidade de nutrientes a planta, tendo em vista a riqueza de matéria orgânica do biofóssido e de micronutrientes importantes para as plantas, como é o caso do N e P. Segundo Melo et al. (2001) por ser um resíduo que contém teores elevados de matéria orgânica e de outros nutrientes, principalmente o N e o P, o biofóssido pode melhorar as propriedades físicas e as características químicas e biológicas do solo, o que possibilita seu aproveitamento na agricultura como fornecedor de nutrientes e elementos benéficos ao desenvolvimento e produção das plantas.

O crescimento do milho nos tratamentos com o uso do biofóssido também pode ter relação direta com o fornecimento de bases trocáveis para o solo, tendo em vista os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} em sua composição. Neste caso, o fornecimento das bases, proveniente da higienização do biofóssido com a cal virgem (CaO) possivelmente promoveu a redução da acidez do solo experimental, facilitando o desenvolvimento do milho. Assim, o aumento dos teores de cálcio no solo, pode ter contribuído para uma maior absorção do nutriente pela cultura do milho, proporcionando assim, incrementos no seu crescimento. Melo et al. (2000) estudando o desempenho de plantas de milho cultivadas em solos acrescidos de biofóssido verificaram que além da matéria orgânica, o cálcio, acrescido ao solo através do biofóssido (higienizado com cal), promoveu aumento nos teores de bases trocáveis e redução na acidez potencial do solo, o que veio a favorecer, também, o desenvolvimento vegetativo das plantas. Outro fator positivo relacionado a redução da acidez do solo pelo fornecimento de bases trocáveis ao solo, é redução da adsorção e/ou precipitação de P no solo, isso aumenta a

disponibilidade do nutriente para a planta e a sua consequente absorção. Assim, podemos destacar que os solos da região de estudo são naturalmente ácidos e em muitos casos, ricos em oxí-hidróxidos de ferro e alumínio o que proporciona uma maior adsorção do P, e conseqüentemente reduz a disponibilidade para as plantas.

Ao se observar ainda os resultados da figura 2, podemos verificar que o tratamento com 1 kg (T2) apresentou uma queda significativa de crescimento em relação ao T3 com 2 kg de biofósforo. Porém, até mesmo a menor dosagem de biofósforo aplicada foi mais eficiente que o esterco bovino (T5) e a adubação mineral (T6). A área testemunha (T1) a mesma promoveu um melhor desenvolvimento do milho quando comparada as parcelas adubadas com esterco bovino. Este significativo crescimento em relação ao adubo bovino e mineral. Neste caso, a conservação dos resíduos vegetais na parcela testemunha pode ter contribuído para tais resultados.

Em relação ao biofósforo, o aumento no crescimento das plantas de milho em função do fornecimento mais lento dos nutrientes para o solo, garantindo neste caso que se tenha fornecimento de nutriente durante todo o crescimento da cultura, reduzindo ainda, o processo de lixiviação dos mesmos, visto que no emprego de fontes tradicionais de nutrientes como os adubos minerais, há uma considerável perda por lixiviação e a demora de disponibilização dos nutrientes para as plantas (Poggiani et al., 2000).

A baixa influência da adubação com esterco bovino no desenvolvimento do milho observado no experimento, pode estar relacionado com fato do mesmo apresentar uma disponibilização de nutrientes tardia, tornando em muitos casos imobilizados e passando a estar disponíveis em tempo maior ao qual foi desenvolvido o experimento. Este fato foi verificado por Sampaio et al. (2007) em estudo sobre a eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com Egeria densa. Os autores constaram que o esterco bovino causou imobilização dos nutrientes do solo no primeiro mês depois de sua incorporação na cultura do milho. Após esse período, a disponibilidade aumentou gradativamente, chegando às maiores quantidades liberadas entre três e seis meses após a incorporação.

Conforme o experimento a aplicação do biofósforo proporcionou o aumento nos parâmetros de quantidade e tamanho de espigas das plantas de milho, em que foi possível observar uma maior quantidade de espigas nas parcelas que receberam os tratamentos com biofósforo (T2, T3 e T4), com um percentual de 10 espigas em cada área, seguidos da área testemunha (T1) com 9 espigas e as parcelas com esterco bovino (T5) e adubo mineral (T6) com 6 espigas. Quanto ao tamanho das espigas, os tratamentos com biofósforo (T3 e T4) apresentaram os melhores resultados, sendo estes, possuidores das maiores espigas, e em seguida o adubo mineral (T6), como podemos observar na (Figuras 4). Tal fato pode estar relacionado com o fornecimento de nutrientes presentes no biofósforo às plantas, como o fósforo que atua na maturação e melhora formação dos grãos e frutos e o cobre que participa na fase reprodutiva, e os outros elementos essenciais no desenvolvimento da planta. Conforme Filho (2011), o fósforo é responsável pelo fornecimento de energia na planta (forma ATP) com atuação na multiplicação das células, promovendo o crescimento das raízes, maturação e melhor formação dos grãos e frutos, fazendo parte dos compostos essenciais ao metabolismo vegetal.

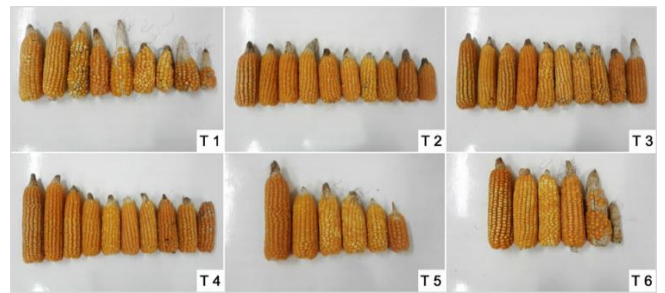


Figura 4. Variáveis tamanho de espigas em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofósforo, T3: 2 kg de biofósforo, T4: 4 kg de biofósforo, T5: esterco bovino, T6: NPK. Fonte: Laécio Miranda Cunha, 2017.

A aplicação de biofósforo aumentou o peso de grãos por tratamentos das plantas de milho (Figura 5). O aumento na produção de grãos para os tratamentos com biofósforo em relação à testemunha (T1), esterco bovino (T5) e adubo mineral (T6) podem estar relacionados com o fornecimento de micro e macronutrientes às plantas de milho, como o nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre, zinco, ferro e manganês, todos presentes no biofósforo em quantidades que permitiram atingir tais resultados. Isso foi averiguado por Lemainski e Silva (2006), que utilizando biofósforo, concluíram que o adubo foi mais eficiente na produção de grãos de milho, quando comparado com o fertilizante mineral. Além disso, de acordo com Rangel et al. (2006), os teores de Mn em folhas e grãos de milho aumentaram progressivamente com o incremento das doses de lodo, em dois cultivos avaliados.

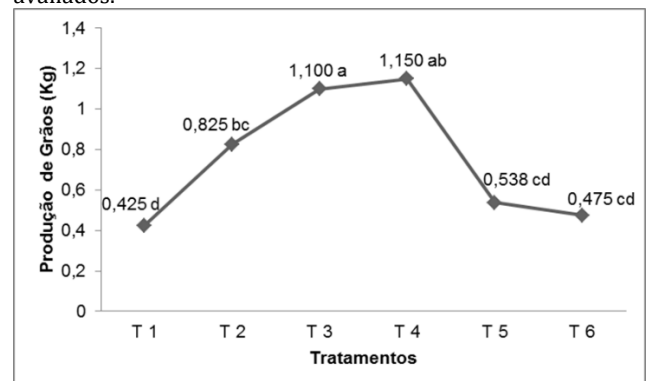


Figura 5. Produção de grãos em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. *T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofósforo, T3: 2 kg de biofósforo, T4: 4 kg de biofósforo, T5: esterco bovino, T6: NPK. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t ao nível de 5% de probabilidade.

O uso do lodo de esgoto tratado vem sendo comprovado por trabalhos com diferentes culturas. Gomes et al. (2007) verificaram, por exemplo, que a produção de grãos de milho aumentou em função das doses de lodo de esgoto até a aplicação de 26 t ha⁻¹, a qual proporcionou a máxima eficiência agrônômica para a produção de milho. Resultado semelhante foi obtido por Barbosa et al. (2007), os quais encontraram melhores respostas de produtividade de milho na dose de 36 t ha⁻¹.

Galdos et al. (2004) encontraram aumento na produção no segundo ano da cultura do milho adubado com lodo de esgoto, comparativamente à do tratamento sem aplicação de lodo e com adubação química. Esses autores também concluíram que o monitoramento da área onde foi aplicado o lodo de esgoto se faz necessário, devido ao aumento de alguns metais pesados no solo, como Cu, Ni e Zn e, na planta, como Zn. Fernandes et al. (2003) relatam um aumento de 43% da produção de feijão safrinha e 48% da produção de milho (grãos), quando o lodo foi utilizado no condicionamento dos solos.

Segundo a pesquisa, a quantidade de biomassa seca aumentou com a adição do biofósforo nas plantas de milho (Figura 6). Essa produção de massa seca da parte aérea das plantas, é um indicativo do efeito nutricional proporcionado pela adição do biofósforo no solo, influenciando positivamente no aumento da biomassa pelo uso dessa alternativa de adubação orgânica. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por (Simonete et al., 2003; Biondi e Nascimento, 2005), que observaram comportamento semelhante para a biomassa das partes aéreas de plantas de milho, adubadas com biofósforo.

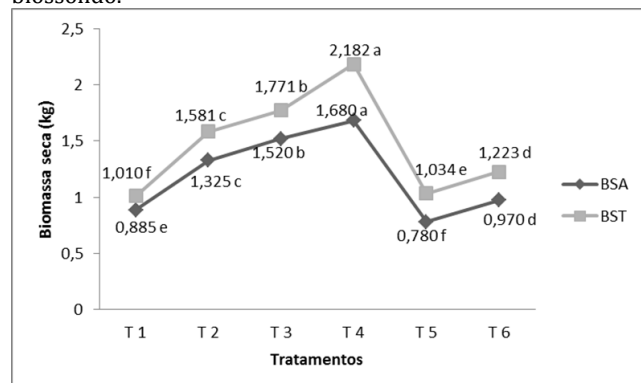


Figura 6. Produção de biomassa seca em Latossolo Vermelho-Amarelo no Cerrado piauiense. BSA: biomassa seca parte aérea; BST: biomassa seca total (Raiz + BSA), * T1: área testemunha, T2: 1 kg de biofósforo, T3: 2 kg de biofósforo, T4: 4 kg de biofósforo, T5: esterco bovino, T6: NPK. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste t ao nível de 5% de probabilidade.

A produção de biomassa seca total (BST) nos tratamentos com biofósforo (T2, T3 e T4) foi superior nos tratamentos T5 e T6, mostrando que a adição do biofósforo aumentou a produção de biomassa seca. Os resultados obtidos corroborados por Tranin et al. (2005) ao encontrarem correlações positivas com aumentos nas doses de biofósforo em relação a produção de matéria seca das plantas. A maior produção tanto de BSA quanto BST e produtividade de grãos proveniente do uso de biofósforo pode estar relacionada a uma maior disponibilidade de N para o solo e consequentemente para a planta. De acordo Filho (2011), o nitrogênio atua principalmente na manutenção do crescimento da planta, na formação de aminoácidos e proteínas. Além disso, segundo Gava et al. (2010) dentre os nutrientes, o nitrogênio destaca-se como o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho, e que influencia no rendimento de grão principalmente por ele estar relacionado aos mais importantes processos fisiológicos que ocorrem na planta, tais como: fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento e diferenciação celular e genética.

4. Conclusões

A aplicação do biofósforo favoreceu de forma consistente o fornecimento de nutrientes para as plantas atendendo as necessidades do milho proporcionando o aumento na germinação das sementes, crescimentos das plantas, incremento de biomassa seca da parte aérea e total, e um maior crescimento das espigas.

O aumento das doses de biofósforo proporcionou ganhos em produção de grãos de milho superior ao observado com adubação química e orgânica pelo uso do esterco bovino.

O biofósforo se mostrou como alternativa de adubação orgânica promissora na produção de milho, visto o seu alto potencial de fornecimento de nutrientes essenciais as plantas.

5. Referências

- Barbosa, G. M. C.; Tavares Filho, J.; Brito, O. R.; Fonseca, I. C. B. (2007). Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31(3), p.601-605.
- Barbosa, G. M. C.; Tavares Filho, J. (2006). Uso agrícola do biofósforo: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. *Semina: Ciências Agrárias*, 27(04), p. 565-580.
- Biondi, C. M., Nascimento, C. W. A. (2005). Acúmulo de nitrogênio e produção de matéria seca de plantas em solos tratados com lodo de esgoto. *Caatinga*, v.18, p. 123-128.
- Camargo, R. de., Maldonado, A. C. D., Silva, P. A., Costa, T. R. da. (2010). Biofósforo como substrato na produção de mudas de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(12), p.1304-1310.
- CONAB. (2017). Campanha Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 04/07/2017.
- Corrêa, R.S., Fonseca, Y.M.F., Corrêa, A.S. (2007). Produção de biofósforo agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(4), p. 420-426.
- Denise de Lima Dias Delarica, D. de. L. D.,Donha, R. M. A., Lavezzo, L. F., Wanderley José de Melo, W. J. de., Melo, G. M. P. de. (2015). Lodo de esgoto como fertilizante para a cultura do milho em dois tipos de solo. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 35. Centro de Convenções, Natal - RN.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. (1999). Serviço de Produção de Informações. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Brasília, 412p.
- Fancelli, A. L. (2003). Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento. Piracicaba, São Paulo. *Departamento de Produção Vegetal*. São Paulo: ESALQ/USP, 9p.
- Fernandes, F., weigert, W., Andreoli, C. V. (2003). Gestão e controles operacionais aplicados à reciclagem agrícola de biofósforos na região metropolitana de Curitiba. In: *SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE BIODIVERSIDADE*, 1. São Paulo: Associação Interamericana de Engenharia Sanitária y Ambiental.
- Filho, Pedro Fernando Grando. (2017). *A função dos nutrientes*. Tecnutri do Brasil. Disponível em: <http://www.forthjardim.com.br/html/fique_por_dentro/dicas.php?ID=NA==>. Acesso em: 20/06/2017.
- Galdos, M. V.; De Maria, I. C.; Camargo, O. A. (2004). Atributos químicos e produção de milho em um latossolo vermelho eutrófico tratado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28(3), p. 569-577.
- Gava, G. J. de. C., Oliveira, M. W. de., Silva, M. de. A., Jerônimo, E. M., Cruz, J. C. S., Trivelin, P. C. O. (2010). Produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio em milho cultivado com diferentes doses de ¹⁵N-uréia. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 31(4), p. 851-862.
- Gomes, S. B. V.; Nascimento, C. W. A.; Biondi, C. M. (2007). Produtividade e composição mineral de plantas de milho em solo adubado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.459-465.
- Iwata, B. de F., Leite, L. F. C., Araújo, A. S. F., Brasil, E. L., Costa, C. do N., Campos, L. P., Santos, F. S. R. dos. (2010). Carbono total e carbono microbiano de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no cerrado piauiense. In: *Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água*, 18. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte.
- Lemanski, J., & Silva, J. E. (2006). Utilização do biofósforo da CAESB na produção de milho no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30,741-750.

- Lemainski, J.; Silva, J. E. da. (2006). Utilização do biossólido da CAESB na produção de milho no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, v.30, p.741-750.
- Letrari, C., Trentin, L. H., Trevizan, K., Almeida, M. A. de., Mattei, G., Piorezan, M. K., Meireles, R. B., Scolari, L. C. (2016). Germinação de sementes de cevada e ervilhaca, banco de sementes e fauna edáfica sob diferentes usos de solo. *Revista de Agronomia e Medicina Veterinária*, 03(05), p. 01-11.
- Melo, P.C.S.; Anunciação Filho, C.J.; Oliveira, F.J.; Bastos, G.Q.; Tabosa, J.N.; Santos, V.F.; Melo, M.R.C.S. (2006). Seleção de genótipos de arroz tolerantes à salinidade durante a fase vegetativa. *Ciência Rural*, 36(1), p.58-64.
- Melo, W.J.; Marques, M.O.; Melo, V.P. (2001). O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo. In: Tsutiya, M.T.; Comparini, J.B.; Sobrinho, P.A.; Hespagnol, I.; Carvalho, P.C.T.; Melfi, A.J.; Melo, W.J. & Marques, M.O. eds. *Biossólidos na agricultura* (p.289-363). São Paulo, SABESP.
- Melo, W. J.; Marques, M. O. (2000). Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: *Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente.
- Nascimento, C. W. A.; Barros, D. A. S.; Melo, E. E. C.; Oliveira, A. B. (2004). Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, v.28, p.385-392.
- Nogueira, T. A. R.; Sampaio, R. A., Ferreira, C. S.; Fonseca, I. M. (2006). Produtividade de milho e de feijão consorciados adubados com diferentes formas de lodo de esgoto. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.6, p.122-131.
- Paez, D. R.M. (2011). *Utilização do lodo de esgoto na produção de mudas e no cultivo do eucalipto (Eucalyptus spp)*. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil.
- Poggiani, F., Guedes, M. C., Benedetti, V. (2000). Aplicabilidade de biossólidos em plantações florestais: I. reflexo no ciclo dos nutrientes. In: Bettiol, W.; Camargo, O. A. (Ed.). *Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto*. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente.
- Rangel, O. J. P.; Silva, C. A.; Bettiol, W.; Dynia, J. F. (2006). Efeito de aplicações de lodo de esgoto sobre os teores de metais pesados em folhas e grãos de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, 583-594.
- RICCI, A. B., Padovani, V. C. R., Paula Júnior, D. R. de. (2010). Uso de lodo de esgoto estabilizado em um solo decapitado. I – Atributos físicos e revegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(2), p.535-542.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; OLIVEIRA, N. M. B.; NASCIMENTO, P. R. F. (2007). Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com Egeria densa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 31(5), p. 995-1002.
- Silva, F. A. S., Azevedo, C. A. V. de. (2009). Principal components analysis in the software Assistat-Statistical attendance. In: *World Congress on computers in Agriculture*, 7. Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Silva, F. C.; Boaretto, A. E.; Berton, R. S.; Zotelli, B.; Pexe, C. A.; Bernardes, E. M. (2001). Efeito do lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho- Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(5), 831-840.
- Simonete, M. A.; Kiehl, J. C.; Andrade, C. A.; Teixeira, C. F. A. (2003). Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, 1187-1195.
- Tranin, I. C. B., Siqueira, J. O., Moreira, F. M. S. (2005). Avaliação agrônômica de um biossólido industrial para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, 261-269.