

PARÂMETROS ECOTOXICOLÓGICOS DE MILHO (ZEA MAYS) COM CONCENTRAÇÕES DE CASCALHO DE POÇOS DE PETRÓLEO DO PRÉ-SAL

Data de aceite: 01/04/2024

Sandra Santana de Lima

Pesquisadora PNP/CAPE/ (UFRRJ)

Petrus Gabriel de Freitas Marques

Graduando em Agronomia (UFRRJ)

Ingridy Cardoso Estaky Cabral

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFRRJ)

Daniel de Paula Andrade

Graduando em Agronomia (UFRRJ)

Heraldo Namorato de Souza

Pesquisador do CENPES/PETROBRAS

Júlia Carina Niemeye

Professora do Departamento de Ecologia (UFSC)

Everaldo Zonta

Professor Titular do Departamento de Solos (UFRRJ)

RESUMO: A grande produção de petróleo *offshore* no Brasil tem gerado resíduos da perfuração como o cascalho, que precisa ter um destino correto. Neste sentido, o presente estudo objetivou avaliar a influência de diferentes doses de cascalho do pré-sal sobre a altura e a área foliar de plantas de milho a partir de ensaios de

ecotoxicidade. O estudo foi realizado em ambiente controlado no Laboratório de Solo e Planta (LSP) do Instituto de Agronomia da UFRRJ. O ensaio foi realizado de acordo com a Norma ABNT NBR ISSO 11269-2-2014. Foram testadas doses crescentes de cascalho do pré-sal: 0,0625%; 0,125%; 0,25%; 0,5%; 1% e 2,5% e um tratamento controle. Cada dose de cascalho com quatro repetições (vasos) e o controle com oito repetições. Foram utilizadas as sementes de milho (*Zea mays*) Sol-da-manhã NF, BRS 4157. Os dados foram testados quanto a normalidade e homocedasticidade e posteriormente submetidos ao teste ANOVA seguido do teste de Dunnet ($p < 0,05$). As médias provenientes do ensaio com cascalho mostram uma variação crescente entre o controle e a maioria das concentrações de cascalhos, adicionadas ao solo artificial para ambos os parâmetros avaliados. A adição de crescentes dose de cascalho não afetou a altura das plantas. A análise da área foliar respondeu positivamente a adição do cascalho, com o aumento da área, de acordo com o aumento da dose de cascalho.

PALAVRAS-CHAVE: área foliar, cascalho de perfuração *offshore*, ensaios de ecotoxicidade, parâmetros vegetativos.

ECOTOXICOLOGICAL PARAMETERS OF CORN (*ZEA MAYS*) WITH DRILLING CUTTINGS CONCENTRATIONS FROM PRE-SAL PETROLEUM

ABSTRACT: The large production of offshore petroleum in Brazil has generated drilling waste such as drilling cuttings, which needs to be disposed correctly. Linked to this, the present study evaluated the influence of different doses of pre-salt drilling cuttings on the height and leaf area of corn plants based on ecotoxicity tests. The study was carried out in a controlled environment in Laboratório de Solo e Planta (LSP) from the Agronomy Institute of UFRRJ. The test was made according with ABNT NBR ISO 11269-2-2014. Increasing doses of pre-salt drilling cuttings were tested: 0.0625%; 0.125%; 0.25%; 0.5%; 1% and 2.5% and a control treatment. Each dose of drilling cuttings with four replications (pots) and the control with eight replications. Corn seeds (*Zea mays*) Sol-da-manhã NF, BRS 4157 were used. The data were tested for normality and homoscedasticity and subsequently subjected to the ANOVA test followed by the Dunnet test ($p < 0.05$). The averages from the gravel test show an increasing variation between the control and the majority of drilling cuttings concentrations added to the artificial soil for both parameters evaluated. The addition of increasing gravel doses did not affect plant height. The leaf area analysis responded positively to the addition of drilling cuttings, with an increase in area, in accordance with the increase in the dose of drilling cuttings.

KEYWORDS: ecotoxicity tests, leaf area, offshore drilling cuttings, vegetative parameters

INTRODUÇÃO

No cenário mundial, a descoberta do pré-sal está entre as mais importantes. Com a produção de petróleo *offshore* em águas ultraprofundas, o Brasil tem uma posição estratégica frente à grande demanda mundial. A produção dos poços do pré-sal, no terceiro trimestre de 2022 foi de 1,94 milhão de barris de óleo equivalente, representando 73% da produção total da empresa (PETROBRAS, 2022). Para 2023 a meta de produção de petróleo da Petrobras era de 2,1 milhão de barris por dia em 2023, com variação de 4% para mais ou para menos. Recentemente a empresa divulgou que bateu o recorde trimestral de produção operada de óleo e gás no terceiro trimestre deste ano. As plataformas operadas pela estatal atingiram a marca de 3,98 milhões de barris de óleo equivalente, 7,8% acima do segundo trimestre (AGÊNCIA BRASIL, 2023).

A crescente e expressiva produção, resulta no conseqüente aumento da produção de resíduos, como os fluidos e os cascalhos da perfuração. O cascalho consiste em uma mistura de pequenos fragmentos de rochas aderidos ao fluido usado para lubrificar e resfriar a broca durante a perfuração (FIALHO, 2012). Aderido ao cascalho estão contaminantes, os quais dependem da composição da formação rochosa, assim como, da composição química utilizada no fluido de perfuração (FIALHO, 2012; ALMEIDA, 2016; BANDEIRA, 2019).

Os resíduos gerados dessa produção tem sido motivo de preocupação, no sentido de dar um destino correto. Deve-se considerar que a extração de material sólido inerte de um ecossistema estabilizado e o transporte para outro local requer ações específicas

objetivando impedir a ocorrência de perdas tanto ambientais quanto econômicas e sociais (SILVA et al., 2019). Logo o destino final dos resíduos vai depender da sua constituição, considerando a melhor forma de gerenciar e utilizar para outros fins de forma sustentável.

Diante disso, a empresa tem destinado recursos financeiros a instituições, objetivando buscar soluções viáveis para a destinação dos resíduos provenientes da perfuração de poços, como o projeto aprovado pela equipe da UFRRJ em parceria com outras instituições e várias especialidades, sob o título “Uso de cascalho de perfuração e fontes de matéria orgânica na produção de adubo organomineral para o cultivo de oleaginosas, espécies florestais e na recuperação de áreas degradadas: aspectos químicos e biológicos”. Neste sentido, o presente estudo equivale a uma das etapas do projeto, que objetivou avaliar a influência de diferentes doses de cascalho do pré-sal, sobre a altura e área foliar de plantas de milho por meio de ensaios ecotoxicológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em ambiente controlado no Laboratório de Solo e Planta (LSP) do Instituto de Agronomia da UFRRJ. O ensaio foi realizado de acordo com a Norma ABNT NBR ISSO 11269-2-2014, que trata da Qualidade do solo - Parte 2: Efeitos do solo contaminado na emergência e no crescimento inicial de vegetais superiores. Foram testadas doses crescentes de cascalho proveniente do poço 9-MLL-83-RJS, caracterizado como cascalho do pré-sal. As doses foram 0,0625%; 0,125%; 0,25%; 0,5%; 1% e 2,5% de cascalho e um tratamento controle. O ensaio foi realizado a partir de um solo artificial (SAT), e o qual foi preparado de acordo com as proporções recomendadas pela Norma, sendo: 75% de areia lavada; 20% de caulim e 5% de pó de fibra de coco. As proporções foram homogeneizadas dois dias antes da utilização, como a determinação da Norma.

Para a montagem do experimento foram pesados 700 g de SAT para cada vaso. Posteriormente, foram adicionadas as doses de cascalhos, realizada a homogeneização em potes de vidros e novamente alocados nos respectivos vasos. A seguir foi feito a rega com 84 mL de água destilada, que corresponde a 50% da capacidade de campo para posterior semeadura, a qual foram adicionadas cinco sementes e após a emergência das sementes, cerca de 8 a 10 dias foi realizado o desbaste, deixando três plantas por vaso. Sendo cada dose de cascalho com quatro repetições (vasos) e o controle com oito repetições. Foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays*) Sol-da-manhã NF, BRS 4157.

A condução do ensaio foi em ambiente controlado, na câmara de crescimento (Fitotron) do departamento de Solos da UFRRJ. Diariamente os vasos foram pesados e posteriormente, realizadas regas manuais, objetivando manter 50% da capacidade de campo. As plantas foram avaliadas 14 dias após a emergência de 50% das sementes do controle. A altura da planta foi determinada na altura da bainha da primeira folha completamente expandida. A área foliar foi determinada por meio do equipamento “Area Meter”, modelo LICOR LI-3000.

Na análise dos dados inicialmente foram testadas a normalidade e homocedasticidade das variâncias, pelos testes Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Os dados atenderam aos pressupostos da ANOVA, e foram submetidos ao teste de Dunnett ($p < 0,05$), sendo realizada a comparação entre o desempenho de cada tratamento (doses) com controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que se refere a média da altura das plantas de milho sob solo artificial com controle e adicionadas doses crescentes de cascalho do pré-sal, não foram observadas diferenças entre o controle e as doses (Figura 1). Apesar de não diferir, pode-se verificar um leve aumento da altura, nas doses (0,125%, 0,25%, 0,5% e 2,5%).

Neste sentido, pode-se inferir que as crescentes doses de cascalho não promoveram alterações significativa no desenvolvimento das plantas de milho. Os resultados observados neste estudo, referente a altura das plantas, corroboram os observados por MARTINS (2022), que testou diferentes doses de cascalho do pré-sal que relata não ocorrer no cultivo de alface (*L. sativa*) e também não verificou alterações significativas.

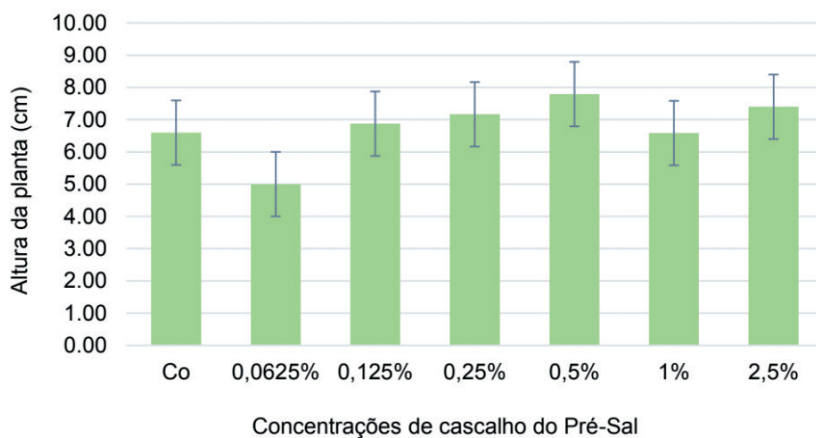


Figura 1: Altura da planta (média \pm desvio padrão) de plantas de milho sob diferentes concentrações de cascalho de poços do pré-sal, em solo artificial tropical. Co – controle. Os asteriscos (*) indicam diferença ($p < 0,05$) em relação ao controle, de acordo com o teste de Dunnett ($p < 0,05$).

As médias provenientes do ensaio com cascalho do pré-sal, mostram uma variação crescente entre o controle e a maioria das concentrações de cascalhos adicionadas ao solo artificial. A partir do teste de comparação estatística foram observadas alterações significativas ($p < 0,05$) entre o controle e as concentrações 0,25%, 0,5%, 1% e 2,5%, as quais foram quantificados maiores valores da área foliar. Por outro lado, a menor média foi observada na concentração 0,0625% (Figura 2).

A área foliar não é um parâmetro comumente avaliado nos ensaios ecotoxicológicos, porém, consiste em um parâmetro a ser considerado, visto que é amplamente utilizado em estudos com plantas. Para SILVA et al. (2011) a área foliar representa uma variável de crescimento reconhecida pela sua importância como indicativo da produtividade da planta, e induzido pelo aumento na concentração de gás carbônico, também como estratégia para otimizar a captura e aumentar a eficiência da fotossíntese (SCHMILDT et al., 2023).

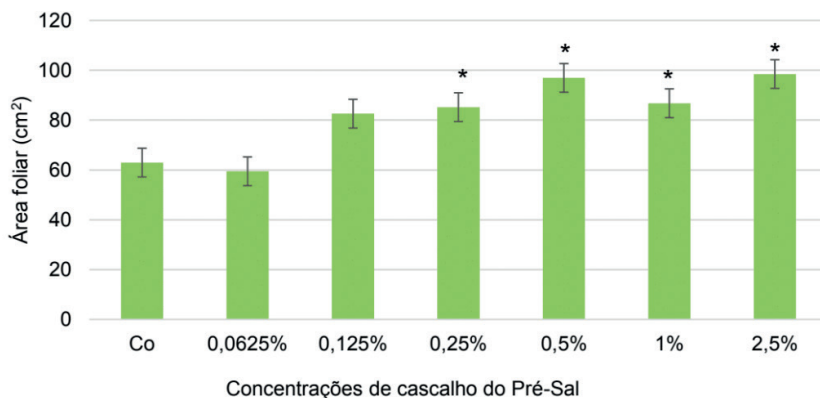


Figura 2: Área foliar (média \pm desvio padrão) de plantas de milho sob diferentes concentrações de cascalho de poços do pré-sal, em solo artificial tropical. Co – controle. Os asteriscos (*) indicam diferença ($p < 0,05$) em relação ao controle, de acordo com o teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Diante do exposto, presente estudo demonstra a importância de avaliar a área foliar uma vez que mostrou alterações na planta em virtude da adição de cascalho. Adicionalmente, esse parâmetro mostra que a adição de cascalho resultou em um ganho de biomassa das plantas de milho, indicando um resultado positivo relacionado ao objetivo do projeto que estuda o potencial uso do cascalho para a formulação de um adubo organomineral.

CONCLUSÕES

A adição de crescentes doses de cascalho não influenciou na altura das plantas.

A análise da área foliar respondeu positivamente a adição do cascalho, com o aumento da área, de acordo com o aumento da dose de cascalho, fato que pode indicar que o cascalho tem potencial para a formulação de adubo organomineral.

A avaliação da área foliar pode ser considerada um importante parâmetro nos ensaios ecotoxicológicos com cascalho de poços de petróleo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); da Petrobras e do Programa de Pós-graduação em Agronomia -Ciência do Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPGA-CS/UFRRJ).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISSO 11269-2. Qualidade do solo — Determinação dos efeitos de poluentes na flora terrestre Parte 2: Efeitos do solo contaminado na emergência e no crescimento inicial de vegetais superiores. 2014.

Agência Brasil - Rio de Janeiro. **Petrobras tem produção operada de óleo e gás recorde no 3º trimestre**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/>. Acesso em 03 nov. 2023.

ALMEIDA, P.C. de. **Análise técnico-ambiental de cascalho de perfuração offshore**. 2016. 173 p. Dissertação – (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

BANDEIRA, R.A.F. **Uso de cascalho de perfuração de poços de petróleo na confecção de CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente)**. 2019. 90 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

FIALHO, P. F. **Cascalho de perfuração de poços de petróleo e gás. Estudo do potencial de aplicação em concreto**. 2012. 217 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo – Centro Tecnológico.

MARTINS, A.G.M. **Reuso de cascalho de perfuração de poços de petróleo offshore para produção de adubo organomineral: aspectos ecotoxicológicos do cascalho pós-sal**. 2022. 49 p. Monografia (Graduando em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, *Campus* Curitibanos.

PETROBRAS - **Relatório de produção e vendas. 3º Trimestre de 2022**. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/25fdf098-34f5-4608-b7fa17d60b2de47d/c9c15dfb-7e20-620c-e82b-e37a7e7ead9b?origin=2>. Acesso em 12 nov. 2022.

SCHMILDT, E.R.; OLIVEIRA, V. DE S.; DOUSSEAU-ARANTES, S. **Modelagem da área foliar individual**. 1. ed. São José dos Pinhais, PR: Brazilian Journals, 2023. 215p.

SILVA, W.Z. **Métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 7, n. 13, p. 746- 759, 2011.

SILVA, N.C. et al. O conceito lean green utilizado na proposta de reciclagem de cascalho de perfuração de poços de petróleo e gás. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v. 2, n. 4, p. 1389-140, 2019.