

AVALIAÇÃO DE ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA NO CULTIVO DO MILHO

EVALUATION OF CHEMICAL AND ORGANIC FERTILIZATION IN CORN CULTIVATION

Higor Dall’Agnol Costa¹
Alan Oliveira Modesto²
Darlan Ferreira Borges³
Francine Borges Silva⁴

RESUMO: O milho é amplamente difundido no Brasil, sua origem remete ao México, cerca de 7 mil anos atrás, sendo utilizado de diversas formas e é um dos principais cereais usados na alimentação animal no mundo. Como todos os cultivares, necessita de nutrientes para seu desenvolvimento. Atualmente, os adubos químicos convencionais (NPK) são excelentes aliados na produção devido ao fato de que as terras da região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba não possuem nutrientes suficientes ou disponíveis para sustentar as produções que alcançamos. O objetivo deste trabalho foi comparar o desenvolvimento do cultivar em relação a fonte de adubo, utilizando nesse comparativo o esterco bovino puro, o esterco bovino com palha de café e a adubação química convencional (NPK) em diferentes dosagens para obtenção do melhor resultado no desenvolvimento e o mais viável economicamente, tendo ciência da alta nos preços dos adubos na safra 22/23. Sendo assim, foram avaliados diâmetro do caule a altura da planta submetidos aos seguintes tratamentos: Tratamento 1: Apenas solo (sem adubação); Tratamento 2: esterco misturado com palha de café na dose de 20t/ha; Tratamento 3: esterco puro curtido na dose de 20t/ha; Tratamento 4: adubação convencional na dose de 300 kg/ha. Os resultados foram analisados a partir do teste estatístico de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando o software R. O tratamento 4 apresentou diferença significativa frente os tratamentos 2 e 3, que por sua vez, apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento 1, para as variáveis analisadas. Esta é uma oportunidade para que, com a disponibilidade da fazenda em produzir os estercos, possa - se obter um bom desenvolvimento do milho até o estágio V4, até onde foi possível avaliar.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação alternativa; Adubação complementar; *Zea mays*

¹ Engenheiro Agrônomo pela UNIFUCAMP. E-mail: higorcosta@unifucamp.edu.br

² Graduando em Engenharia Agrônômica pela UNIFUCAMP. E-mail: alan.nodesto.79@hotmail.com

³ Doutor em Fitotecnia / Docente no Centro Universitário Fundação Mário Palmério – UNIFUCAMP / E-mail: darlanborges@unifucamp.edu.br

⁴ Mestre em Geografia na Área de Dinâmicas Territoriais / Docente no Centro Universitário Fundação Mário Palmério – UNIFUCAMP / E-mail: borges.silva.francine@gmail.com

ABSTRACT: *Corn is widely spread in Brazil, its origins date back to Mexico, around 7 thousand years ago, being used in different ways and is one of the main cereals used in animal feed in the world. Like all cultivars, it needs nutrients for its development. Currently, conventional chemical fertilizers (NPK) are excellent allies in production due to the fact that the lands in the Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba region do not have sufficient or available nutrients to sustain the productions we achieve. The objective of this work was to compare the development of the cultivar in relation to the fertilizer source, using in this comparison pure cattle manure, cattle manure with coffee straw and conventional chemical fertilizer (NPK) in different dosages to obtain the best result in development. and the most economically viable, being aware of the rise in fertilizer prices in the 22/23 harvest. Therefore, stem diameter and plant height were evaluated when subjected to the following treatments: Treatment 1: Soil only (without fertilization); Treatment 2: manure mixed with coffee straw at a dose of 20t/ha; Treatment 3: pure tanned manure at a dose of 20t/ha; Treatment 4: conventional fertilizer at a dose of 300 kg/ha. The results were analyzed using Tukey's statistical test, at 5% probability using the R software. Treatment 4 showed a significant difference compared to treatments 2 and 3, which in turn, showed significant differences in relation to treatment 1, for the variables analyzed. This is an opportunity so that, with the farm's availability to produce manure, good corn development can be achieved up to the V4 stage, as far as it was possible to assess.*

KEY WORDS: *Alternative fertilization; Complementary fertilizer; Zea mays*

1 - INTRODUÇÃO

Sobre a origem do milho (*Zea mays L.*) existem hipóteses de que tenha tido origem no México, encontrado em pequenas ilhas no litoral, sendo cultivado a mais de 7 mil anos (Mazoyer & Roudart, 2010). Para a alimentação animal, o milho passou a ser o cereal no mundo mais produzido tornando-se de grande importância socioeconômica (Duarte; Mattoso; Garcia, 2022).

O milho, como outros cultivares, requer para seu desenvolvimento certos tipos de nutrientes, pois nas etapas do desenvolvimento cada nutriente age de forma diferente. Observa-se que a extração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio aumenta linearmente com o aumento na produtividade e que a maior exigência do milho se refere a nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo (Coelho, 2006.)

O conjunto desses nutrientes atua desde a formação foliar e radicular até na fotossíntese e na formação dos grãos, entre outros. No entanto há vários outros nutrientes importantes, que tendo em vista uma análise de solo, para que a dosagem garanta um maior controle suprindo as necessidades da planta (Zatti, 2022.)

Devido às tensões políticas e econômicas causadas pelo conflito da Rússia com a Ucrânia desde 24 de fevereiro de 2022, o preço desses fertilizantes acumulou uma grande alta com perspectiva de sustentação desses preços a médio prazo. A Rússia apresenta uma grande participação na exportação de fertilizantes no mercado, apenas no Brasil representa 23% do volume importado e 16% do mercado global. Essa exportação prejudicada afeta, em grande escala, os preços devido a disponibilidade no mercado. (Estadão, 2022).

A crescente necessidade de fornecer nutrientes as plantas levam em consideração os custos de produção do ciclo da cultura, o aumento da demanda na produção de alimentos e os problemas ambientais, que a sociedade atual vem enfrentando e faz com que as pesquisas no setor agrícola se desenvolvam de forma acentuada (Chiconato et al., 2013).

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi uma comparação do desenvolvimento do cultivar em relação a fonte de adubo, utilizando nesse comparativo o esterco bovino puro, o esterco bovino com palha de café e a adubação química convencional (NPK) em diferentes dosagens para obtenção do melhor resultado no desenvolvimento e o mais viável economicamente, tendo ciência da alta nos preços dos adubos na safra 22/23.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Local de desenvolvimento do experimento e delineamento utilizado

O trabalho foi conduzido na Fazenda Macaúba de Baixo, no município de Patrocínio, Minas Gerais, no ano de 2023, que apresenta tipo de clima tropical semi úmido e solo argiloso. A área experimental de 80m² foi dividida em quatro blocos, seguindo o delineamento em blocos casualizados.

2.2 - Adubação química nitrogenada

O milho foi cultivado de abril a junho de 2023. Cada bloco foi assim distribuído:

- Tratamento 1: Apenas solo (sem adubação);
- Tratamento 2: esterco misturado com palha de café na dose de 20t/ha;
- Tratamento 3: esterco puro curtido na dose de 20t/ha;

AVALIAÇÃO DE ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA

- Tratamento 4: adubação convencional na dose de 300 kg/ha, com 3 m de largura por 2 m de comprimento.

Entre os blocos e as parcelas não foram feitos carregadores devido ao tamanho diminuto das parcelas e com o estaqueamento foi possível diferenciá-las com facilidade. A adubação convencional foi feita com base nos resultados de análise de solo e nas expectativas de produtividades. Já a adubação com base no esterco foi feita de acordo com a sugestão de uso recomendado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) de 20t/h.

2.3 - Adubação orgânica

O experimento foi instalado na mesma área, com parcelas fixas, para testar hipóteses de que os compostos orgânicos incrementados ao solo na cultura do milho influenciam nas características químicas e físicas do solo e, conseqüentemente, gera uma boa nutrição para que ocorra o desenvolvimento satisfatório da planta.

Os tratamentos mantidos na área foram:

- Tratamento 1: apenas solo (sem adubação);
- Tratamento 2: esterco misturado com palha de café na dose de 20t/ha;
- Tratamento 3: esterco puro curtido na dose de 20t/ha;
- Tratamento 4: adubação convencional na dose de 300 kg/ha.

Inicialmente, o preparo do solo para plantio do milho foi realizado com uma aração e uma gradagem na área total, após, somente nos tratamentos mencionados, o esterco puro e esterco com palha foi incorporado ao solo de forma manual utilizando enxadas.

Já o adubo convencional foi aplicado diretamente no sulco também de forma manual, utilizando doses previamente calculadas para a área.

Os dois tipos de esterco utilizados no experimento foram obtidos na própria fazenda: o esterco com palha retirado do confinamento do gado de corte e o esterco comum da área da fazenda, onde foi acumulado o esterco retirado do curral afim de curtir para poder ser usado.

Foi observado a evolução das plantas desde a emergência até o estágio V4, com intervalos de 10 dias a cada visita, avaliando o número de plantas que emergiram, tamanho da parte aérea e o diâmetro do caule.

2.4 - Análise Estatística

Os dados foram analisados a partir do teste estatístico de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software R (R CORE TEAM, 2020).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o Gráfico 1, em relação ao diâmetro do caule do milho, nos primeiros 10 dias, não houveram diferenças estatísticas. Já nas próximas avaliações houve diferença significativa entre os tratamentos e nota-se que o tratamento 1 (testemunha), que não foi utilizado nenhuma fonte de adubo, foi o mais prejudicado pela falta de nutrientes disponíveis.

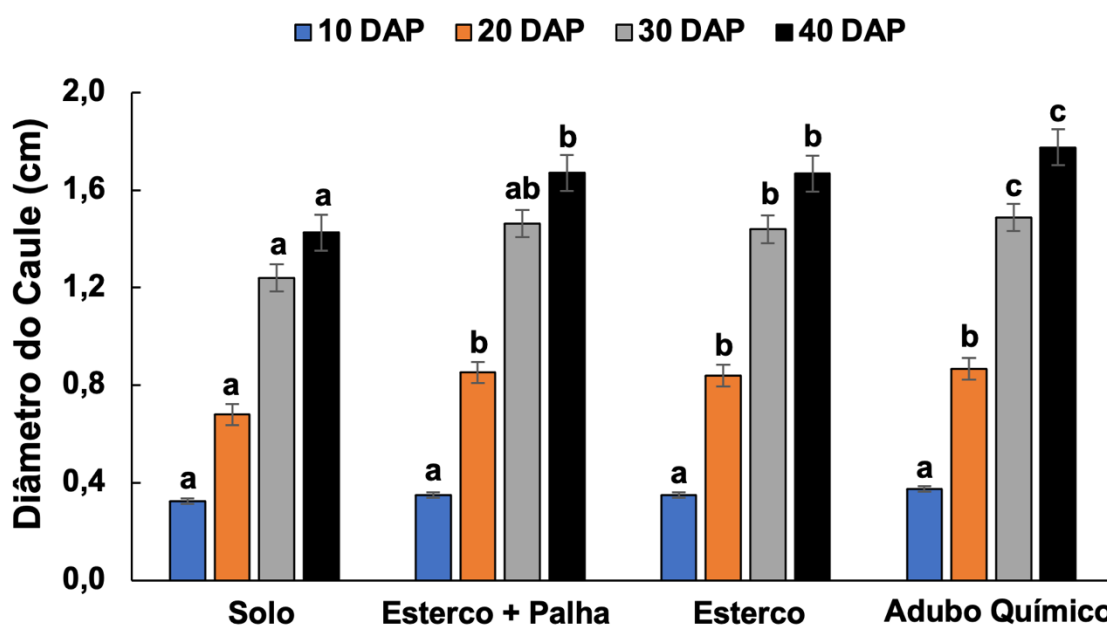


GRÁFICO 1 – Diâmetro do caule das plantas de milho em 10, 20, 30 e 40 Dias Após o Plantio (DAP).

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda avaliação realizada com 20 dias, apenas o tratamento 1 apresentou resultados inferiores, os demais se desenvolveram sem diferenças significativas, resultado esse que perdura na terceira avaliação, com 30 dias.

AVALIAÇÃO DE ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA

Já nos 40 dias, notou-se que os tratamentos 2 e 3, sendo esterco com palha de café e esterco puro, respectivamente, desenvolveram um pouco mais que o tratamento 1, porém o tratamento 4 conseguiu um desenvolvimento ainda melhor, mesmo que pouco (0,11cm) devido a maior disponibilidade de nitrogênio.

O tratamento 4 se saiu melhor em ambas as avaliações, porém, até então, não justificaria o uso, sabendo do alto preço do insumo, tendo em vista a disponibilidade dos outros tratamentos na fazenda.

A cultura do milho é bastante exigente em fertilizantes, essencialmente os nitrogenados (Barros et al., 2016). Um fator limitante ao rendimento do grão de milho é o fornecimento inadequado de nitrogênio, sendo que nos processos bioquímicos da planta, o N realiza importantes funções (Taiz & Zeiger, 2009).

O aumento do diâmetro de colmo com a aplicação de nitrogênio mostrou-se ser vantajoso, pois esta característica morfológica foi uma das que mais tem sido relacionada com o percentual de acamamento e quebramento de planta na cultura do milho (Kappes et al., 2013).

O tratamento 1 referiu-se a testemunha, sem adição de nenhum tipo de adubação, em que os resultados mostraram uma grande diferença em relação aos outros tratamentos, que fica mais expressiva no gráfico 2, sobre a altura da parte aérea. Com 10 dias após a emergência apresentou uma diferença média de 1,66 cm a menos na altura da parte aérea em relação aos outros tratamentos. Já na marca dos 40 dias, apresentou uma diferença média de 3,37 em relação ao tratamento 4, que foi o de melhor resultado.

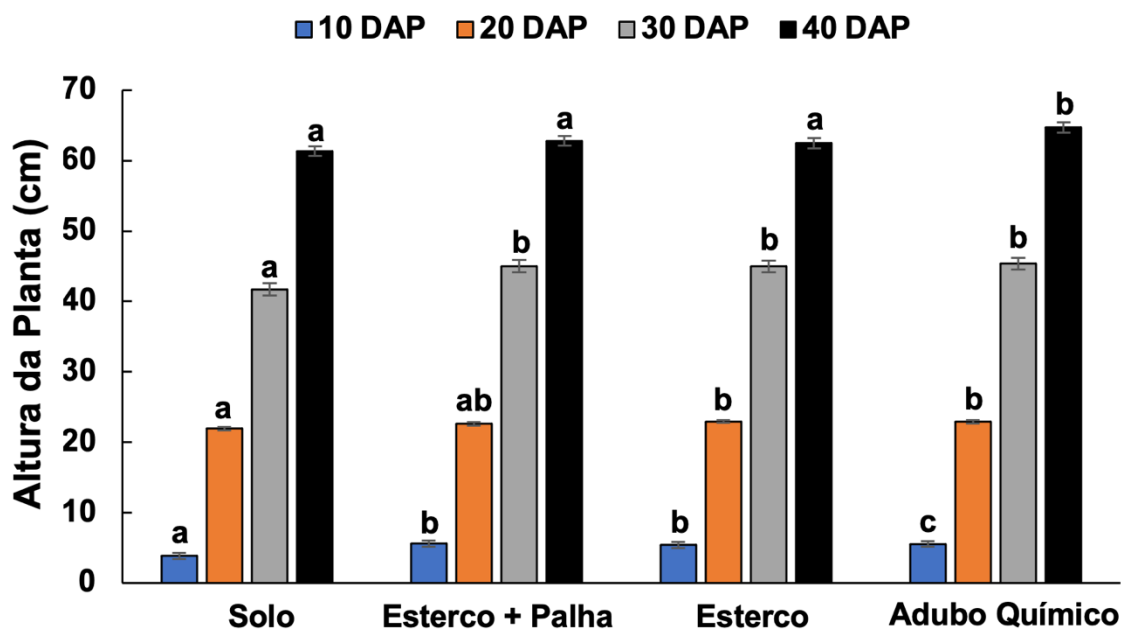


GRÁFICO 2 – Altura das plantas de milho em 10, 20, 30 e 40 Dias Após o Plantio (DAP).

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento 2, com esterco curtido incorporado com palha de café, apresentou um bom resultado, com uma diferença mínima em relação ao tratamento 3, porém um pouco melhor nos dois gráficos. Acredita-se que esse resultado se baseia no fato que a palha de café tem um teor de cerca de 3,5% de óxido de potássio (K_2O) (Barcelos et al., 2001).

O potássio é nutriente necessário para o desenvolvimento do cultivar, principalmente na altura, diâmetro e massa seca da parte aérea (Boldrin et al., 2019). Fator esse que influenciou os resultados no experimento, ficando também muito próximo ao tratamento 4.

De acordo com Parente et al. (2016), o segundo nutriente mais consumido pelas plantas, sendo este essencial na ativação de várias enzimas, é o potássio (K) que age nos processos de respiração e fotossíntese. Alguns fatores são capazes de reduzir sua disponibilidade como o manejo inadequado das adubações efetuadas, carência de reposição por meio de programas de adubação, podendo ocorrer processo de lixiviação pela sua indisponibilidade para as plantas (Garcia et al., 2015).

Segundo Montenegro et al. (2013), para controle de perdas das características do solo e manutenção da umidade, a utilização da cobertura morta tem uma grande

AValiação DE ADUBAÇÃO QUÍMICA E ORGÂNICA

importância. A adubação orgânica, sendo fonte de nutrientes devido a atividade microbiana na sua decomposição, libera principalmente nitrogênio e atua também de forma importante na fixação do fósforo (Machado & Nunes, 2022).

O tratamento 3, em que foi utilizado apenas esterco puro e curtido, foi melhor apenas que o tratamento 1, que foi a testemunha, sem aplicação de nenhum tipo de adubo, com uma diferença significativa a partir da segunda avaliação no 20º dia após a emergência. Resultado esse observado também nos dois gráficos acima comentados.

O incremento de matéria orgânica no solo favorece significativamente a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, por ter uma área superficial maior do que das argilas e, com essa troca catiônica maior, a fertilidade do solo também aumenta (Machado & Nunes, 2022).

Para reduzir custo nas lavouras, os adubos orgânicos têm sido alvo de amplas discussões entre vários autores, visando boas produtividades e, ao mesmo tempo, promovendo melhorias nas características do solo devido ao fato de que a matéria orgânica é fundamental para um solo de boa qualidade (Souza; 2019).

Uma prática amplamente recomendada é a utilização de cobertura morta no solo, pois contribui para o aumento na retenção de umidade do solo e para a melhoria do desempenho das culturas (Souza et al., 2011).

4 - CONCLUSÃO

Conclui-se com este experimento que, após os 40 dias de plantio, que é difícil e inviável economicamente cultivar sem nenhuma adubação. Além disso, houve diferenças significativas no desenvolvimento do milho com a utilização do adubo químico em relação aos demais tratamentos (sem adubação, esterco bovino puro, esterco com palha de café), em relação às duas variáveis analisadas (diâmetro do caule e altura da planta).

Com relação ao uso do esterco bovino puro, esterco com palha de café e adubação convencional (NPK), por ordem do menos eficaz para o mais eficaz, o tratamento realizado com a adubação convencional (química) apresentou resultados mais promissores, como era o esperado, e o esterco puro o menos eficaz.

Assim, em momentos atípicos como pandemias e guerras, caso não haja disponibilidade desse adubo no mercado, pode ser utilizado o esterco com a palha do café ou apenas o esterco produzido na própria fazenda caso se tenha as matérias-primas

disponíveis, com as devidas dosagens apresentadas, afim de obter um bom desenvolvimento do cultivar citado, levando em consideração o custo-benefício, visto que fontes alternativas tendem a ser mais baratas e, no caso do experimento, era de fácil acesso para o produtor e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

BARCELOS, A. F.; PAIVA, P. C. A.; PÉREZ, J. R. O.; SANTOS, V. B.; CARDOSO, R. M.; Composição química da casca e polpa desidratada de café (*coffea arábica L.*) armazenadas em diferentes períodos, 2001. **2 Simpósio de Pesquisa de Café do Brasil**, 824. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio2/poscolheita15.pdf. Acesso em: 6 jun. 2023.

BARROS, I.; SANTOS, W. D. M.; PACHECO, E. P.; PROCÓPIO, S. D. O.; SOUZA, H. N. D. Recomendações de Nitrogênio para Culturas do Milho nos Tabuleiros Costeiros: Desempenho Produtivo e Econômico. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 109**, 7, nov. 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1059219/1/BP109.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023

BOLDRIN, P. F.; SOUTO, H. F.; SALLES, L. S.; NETO, A. E. F. 2019. Fontes alternativas de potássio para o cultivo do milho. **Agricultural Science**, 43. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/XRyWL9vhMMNNqnHdH5b6Pnp/?lang=en>. Acesso em: 8 jun. 2023

CHICONATO, D. A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, J. A.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Resposta da cultura da alface a aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 392-399, abr 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14077>. Acesso em: 09 mai. 2022.

COELHO, A. M.. Nutrição e adubação do solo. **Circular Técnica 78** – Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490410/1/Circ78.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2022.

DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. Importância socioeconômica. **Agência Embrapa de Informações e Tecnologia, SI**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html. Acesso em: 16 abr. 2022.

ESTADÃO. Preços dos adubos no Brasil sobem mais de 50% em dois meses. **Canal Rural**, 30 abr. 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/economia/precos-dos-adubos-no-brasil-sobem-mais-de-50-em-dois-meses/amp/>. Acesso em: 07 mai. 2022.

GARCIA, J. C., BONETI, J. E. B., AZANIA, C. A. M., BELUCCI, L. R.; VITORINO, R. 2015. Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em neossolo quartzarênico. **Revista Eletrônica Thesis**, 24, 76-89. Disponível em: http://www.cantareira.br/thesis2/ed_24/materia5.pdf Acesso em: 01 jun. 2022.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R.; VILELA, R. G. Inoculação de sementes com bactéria diazotrófica e aplicação de nitrogênio em cobertura e foliar em milho **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 34, n. 2, abr. 2013, pp. 527-538, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744120006.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MACHADO, A. W.; NUNES, J. L. D. S. Adubação orgânica - Introdução e vantagens. **Agrolink**, 2022; Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/adubacao-organica/adubacao-organica---introducao-e-vantagens_361468.html#:~:text=A%20aduba%C3%A7%C3%A3o%20org%C3%A2nica%20possui%20vantagens,de%20reten%C3%A7%C3%A3o%20de%20nutrientes%20etc. Acesso em: 25 abr. 2023.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. Disponível em: <https://codeagro.agricultura.sp.gov.br/uploads/capacitacao/historia-das-agriculturas-no-mundo-mazoyer-e-roudart.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2022.

MONTENEGRO, A. A. A.; ABRANTES, J. R. C. B.; DE LIMA, J. L. M. P.; SINGH, V. P.; SANTOS, T. E. M. 2013. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall. **Catena**, 109, 139-149. Disponível em: <http://dadoshidrologicosufrpe.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Impact-of-mulching-on-soil-and-water-dynamics-under-intermittent-simulated-rainfall.pdf> . Acesso em: 05 jun. 2022.

PARENTE, T. L.; LAZARINI, E.; CAIONI, S.; SOUZA, L. G. M.; PIVETTA, R. S.; BOSSOLANI, J. W. 2016. Potássio em cobertura no milho e efeito residual na soja em sucessão. **Revista Agro@ambiente**, 10, 193-200. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/agroambiente/article/download/3258/2064>. Acesso em: 1 jun. 2022.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>> Acesso em: 15 jun. 2023.

SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A.; MONTENEGRO, S. M. G.; MATOS, J. d. A. 2011. Temporal stability of soil moisture in irrigated carrot crops in Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, 99, 26-32. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/agiwat/v99y2011i1p26-32.html> . Acesso em: 02 jun. 2022.

SOUZA, Leandro; Matéria Orgânica no solo: tudo o que você precisa saber. **Instituto do agro**. 14 fev. 2019. Disponível em: <https://institutoagro.com.br/materia-organica-no-solo-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 26 abr. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. **Artmed**, 2009. Porto Alegre, Brasil. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=PpO4DQAAQBAJ&lpg=PR1&ots=7RFkuXKOVb&dq=Taiz%2C%20L.%20%26%20Zeiger%2C%20E.%202009.%20Fisiologia%20vegetal.%20Artmed%2C%20Porto%20Alegre%2C%20Brasil&lr&hl=pt-BR&pg=PR1#v=onepage&q&f=false> . Acesso em: 1 jun. 2022.

ZATTI, A. Adubação para milho, por que é importante? **Plantae**, 12 fev. 2022. Disponível em: <https://www.plantae.agr.br/blog/2020/02/12/adubacao-para-milho-por-que-e-importante/>. Acesso em: 5 mai. 2022.