








Article

# Disponibilidade de Nutrientes em Neossolo Regolítico sob Sistema Agroecológico com Diferentes Fontes de Adubação

Geiziane de Fátima da Silva<sup>1</sup> , Vânia da Silva Fraga<sup>2</sup> , James Luís da Costa e Silva<sup>3</sup> , Adilson Alves Costa<sup>4</sup> , Bruno de Oliveira Dias<sup>5</sup> , Witória de Oliveira Araujo<sup>6</sup> , Milton Cesar Costa Campos<sup>7</sup> 

<sup>1</sup> Mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). ORCID: 0009-0005-1225-5670. E-mail: geizysilva88@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutorado em Tecnologias Energéticas Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). ORCID: 0000-0003-0181-0753. E-mail: vaniasfraga@gmail.com

<sup>3</sup> Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). ORCID: 0009-0001-1583-2454. E-mail: agromccc@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). ORCID: 0000-0002-6773-9219. E-mail: agroadalves@gmail.com

<sup>5</sup> Pós-doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). ORCID: 0000-0003-1259-5921. E-mail: bruno.dias@academico.ufpb.br

<sup>6</sup> Mestranda em Ciência do Solo. Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias. ORCID: 0000-0002-7676-2648. E-mail: witoria.agronoma@gmail.com

<sup>7</sup> Pós-doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). ORCID: 0000-0002-8183-7069. E-mail: mcesarsolos@gmail.com

## RESUMO

O Neossolo Regolítico é o solo que predomina na região do Agreste Paraibano, esses são solos jovens pouco desenvolvidos, com baixo poder de adsorção de nutrientes, baixo teor de matéria orgânica e alta saturação por base. Esses solos são muito utilizados pela agricultura familiar da região com o cultivo de culturas de subsistência e de batata inglesa, com isso torna-se necessário a adição de insumos agrícolas com o intuito de elevar a fertilidade do solo e o teor de matéria orgânica. Objetivou-se avaliar a fertilidade dos Neossolos cultivados com batata inglesa submetidos a insumos orgânicos e mineral. Foram coletadas amostras de solo em nove propriedades nas cidades de Areial, Esperança, Montadas e Remígio. Após a realização das coletas, as amostras foram submetidas a análise de solo para a obtenção dos teores de N, P, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>, COT e fracionamento físico da M.O. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância. O pH do solo teve seus teores elevados quando se utilizou a adubação apenas com esterco, ficando em condições ótimas para o desenvolvimento da cultura da batata. De modo geral, o uso combinado entre os insumos esterco bovino + biofertilizante se mostrou eficaz no aporte de N, manteve os teores de Al<sup>3+</sup> no solo próximo a zero, disponibilizou mais Ca para a planta e houve um maior aporte de M.O quando utilizado este tratamento e o tratamento apenas com esterco bovino. O uso combinado de esterco + biofertilizante e o uso do esterco bovino de forma isolada foram os melhores tratamentos para a melhoria da fertilidade dos Neossolos Regolíticos da Região do Agreste Paraibano.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum* L.; remineralizadores; fertilidade.

## ABSTRACT

The Regolith Neosol is the soil that predominates in the Agreste region of Paraíba, these are poorly developed young soils, with low nutrient adsorption power, low organic matter content and high base saturation. These soils are widely used by family farming in the region with the cultivation of subsistence crops and potatoes, thus making it necessary to add agricultural inputs in order to increase soil fertility and organic matter content. The objective was to evaluate the fertility of Neosols cultivated with potatoes submitted to organic and mineral inputs. Soil samples were collected from nine properties in the cities of Areial, Esperança, Montadas and Remígio. After carrying out the collections, the samples were submitted to soil analysis to obtain the levels of N, P, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>, TOC and physical fractionation of OM. Data were submitted to the Tukey test at a 5% significance level. The pH of the soil had its levels elevated when fertilization with only manure was used, resulting in optimal conditions for the development of the potato crop. In general, the combined use of bovine manure + biofertilizer inputs proved to be effective in N



Submissão: 11/06/2023



Aceite: 05/10/2023



Publicação: 27/10/2023



input, maintaining Al<sup>3+</sup> levels in the soil close to zero, making more Ca available to the plant and there was a higher OM input when this treatment was used. and treatment only with bovine manure. The combined use of manure + biofertilizer and the use of bovine manure alone were the best treatments for improving the fertility of Regolithic Neosols in the Agreste region of Paraíba.

**Keywords:** *Solanum tuberosum* L.; remineralizers; fertility.

## Introdução

O Neossolo Regolítico é o solo que predomina na região do Agreste Paraibano, esses são solos jovens pouco desenvolvidos, com baixo poder de adsorção de nutrientes, baixo teor de matéria orgânica e alta saturação por base, tais características podem estar relacionadas ao seu material de origem (rocha matriz) feldspato potássico, apresentando elevados teores de potássio em seu meio (Almeida et al., 2015).

Esses solos são muito utilizados pela agricultura familiar da região com o cultivo de culturas de subsistência e de batata inglesa, com isso torna-se necessário a adição de insumos agrícolas com o intuito de elevar a fertilidade do solo e o teor de matéria orgânica (Generoso et al., 2017). A adubação orgânica é uma prática agrícola sustentável muito comum e passível de ser usada no cultivo de diversas culturas, sendo a aplicação de adubos constituídos de resíduos vegetais e/ou animais (Alcântara, 2016). Em relação aos fertilizantes químicos, os adubos orgânicos têm como vantagens a liberação lenta e contínua dos nutrientes para as plantas, atua como condicionador de solo, melhorando tanto os atributos químicos quanto os físicos do solo, conseqüentemente aumentando a absorção e retenção de água e nutrientes, além de exercer pouco efeito prejudicial ao meio ambiente (Nicoloso & Martins, 2020; Garcia et al., 2020; Costa et al., 2013).

O uso da adubação orgânica em Neossolos Regolíticos, promove o aporte de nutrientes, eleva os teores de matéria orgânica, melhorando a fertilidade com o aumento da capacidade de troca catiônica, disponibiliza nutrientes, reduz as perdas de nitrogênio por volatilização e de fósforo e nitrogênio por lixiviação, melhorias nas propriedades físicas do solo, como agregação, a estruturação e estabilidade, melhora a capacidade de retenção de água e favorece a fauna microbológica, favorecendo a absorção dos nutrientes pelas culturas (Santos et al., 2006; Cooper et al., 2018). Contudo, a aplicação a longo prazo baseada na experiência e sem medidas, pode aumentar o potencial de perda por lixiviação, ocasionando o acúmulo de nutrientes nas camadas mais profundas, ficando indisponíveis para as plantas, assim ocasionando riscos ambientais (Menezes-Blackburn et al., 2018).

O esterco bovino é uma das fontes de adubação orgânica mais empregada pelos agricultores da região, devido a disponibilidade local e em alguns casos é a única utilizada para fertilização de culturas (Galvão et al., 2008). Além do esterco bovino como fonte de adubação, os agricultores da região utilizam biofertilizante e o pó de rocha que adicionados ao solo, também promovem a liberação de nutrientes e conseqüentemente o aumento da fertilidade.

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo avaliar a fertilidade dos Neossolos cultivados com batata inglesa, caracterizando os atributos químicos e avaliando a qualidade da matéria orgânica através do fracionamento físico nas diferentes áreas e profundidades em relação a aplicação das fontes orgânicas e mineral.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Caracterização das Áreas e Metodologia de Campo

O estudo foi realizado em nove diferentes propriedades situadas em quatro municípios: Areial (07° 02' 52" S 35° 55' 51" O), Esperança (07° 01' 22" S 35° 51' 36" O) Montadas (07° 05' 16" S 35° 57' 32" O) e Remígio (06° 54' 10" S 35° 50' 02" O) localizados na Microrregião do Agreste da Paraíba, porção Oriental do Estado, sendo o solo predominantes nas áreas de estudo do tipo Neossolo Regolítico (Santos, 2018).



Conforme a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo As' (tropical úmido) com estação seca de dezembro a fevereiro e temperatura variando entre 22 e 26°C durante o ano, e um período com temperaturas noturnas que chegam aos 15 °C. O período com maiores volumes de precipitações está concentrado entre os meses de abril a julho, com média anual de 800 mm e umidade relativa do ar em torno de 80 % (AESAs, 2018).

As áreas adotadas são produtoras de batata inglesa de base agroecológica, apresentando distinção quanto as fontes de adubação e de manejos adotados, por cada agricultor.

**Quadro 1** – Descrição da localização, dos insumos e práticas de manejos conservacionistas adotados nas áreas.

Localização		Insumos	Práticas conservacionista
Município	Coordenadas		
Areial	07° 02' 52" S 35° 55' 51" O	Esterco bovino	Rotação de culturas (Milho, batata doce e feijão)
Esperança	07° 01' 22" S 35° 51' 36" O	Pó de rocha (MB4)	
Montadas	07° 05' 16" S 35° 57' 32" O		Consorcio de culturas (Milho, feijão, palma, coentro, mandioca e capim)
Remígio	06° 54' 10" S 35° 50' 02" O	Biofertilizante	

Fonte: Autor, 2023.

Em cada área sob cultivo de batata inglesa, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0,00-0,20 m e 0,20-0,40 m, perfazendo-se um número de 10 amostras simples por profundidade, formando-se 2 amostras composta por profundidade.

## 2.2 Atributos Químicos e Fracionamento da Matéria Orgânica do Solo

Após a realização das coletas das amostras de solo deformadas, elas foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de malha de 2,0 mm, para obter a terra fina seca ao ar (TFSA). Após esse procedimento, realizou-se a determinação do pH em água (1:2,5), os teores de P, K e Na, extraíveis com Mehlich-1 e quantificados por colorimetria (Murphy & Riley, 1962) e fotometria de chama, respectivamente. Os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> trocáveis extraíveis com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e quantificados conforme (Teixeira et al., 2017).

O Nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl por destilação com arraste a vapor (Teixeira et al., 2017). O carbono orgânico total (COT) foi determinado por oxidação via úmida com dicromato de potássio (Snyder & Trofymow, 1984).

Com os valores dos atributos químicos e as informações de manejo das áreas, foi realizada a análise de agrupamentos hierárquica calculando-se a distância euclidiana entre os acessos para o conjunto variáveis, e utilizando o algoritmo de Ward para a obtenção dos agrupamentos de acessos similares. Através desta, verificou-se as similaridades entre as variáveis analisadas e as áreas estudadas a partir de agrupamentos homogêneos representados em um dendrograma de similaridade (Hair Junior et al., 2009) (Figura 1). Com a formação dos grupos de áreas com características semelhantes, foram escolhidos de cada grupo três áreas representativas, que correspondem as repetições dos tratamentos (manejo da adubação).

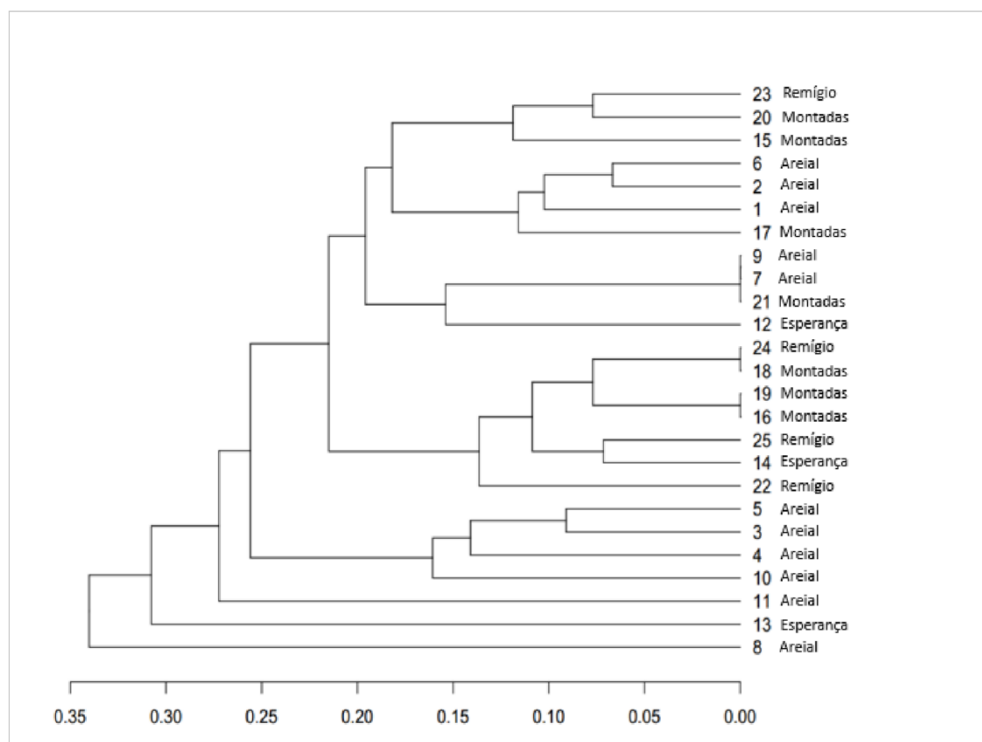


Figura 1- Dendrograma de similaridade das propriedades estudadas do agreste paraibano. Fonte: Autores (2023).

Para o fracionamento físico granulométrico da M.O foi adicionado de 20 g de solo em sacos snap-cap de 1000 ml, contendo 60 ml de hexametáfosfato de sódio ( $5 \text{ g.L}^{-1}$ ) onde a suspensão durou 15 horas em agitador horizontal (150 oscilação por minuto). A suspensão foi lavada com jato de água em peneira ( $53 \mu\text{m}$ ), onde a fração retida na peneira correspondeu ao carbono orgânico particulado (COP) a qual foi seco em estufa a  $60^\circ \text{C}$  durante 24 horas e quantificada em relação a sua massa (Cambardella et al., 1994).

A fração leve e o carbono orgânico particulado foram analisados em relação aos teores de carbono pelo método da oxidação-difusão (Snyder & Trofymow, 1984). Já o carbono orgânico associado a fração mineral (COam), foi obtido através da diferença entre o COT e o COp.

### 2.3 Análises Estatística

Inicialmente, os atributos químicos do solo e a produtividade da batata foram analisados mediante a estatística descritiva, sendo calculados a média, mediana, variância, valores máximos e mínimos e o coeficiente de variação para avaliar a normalidade dos dados aplicando-se o teste de Shapiro-Wilk's em seguida, foram submetidos ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância pelo software SISVAR<sup>®</sup> 6.1.

## 3 Resultados E Discussão

Através dos resultados obtidos para o pH do solo, nas profundidades de 0,00-0,20 m e 0,20-0,40 m observa-se (Figura 2) que os valores foram significativos, variando de acordo com a adubação utilizadas. O tratamento utilizando esterco bovino foi o que apresentou os melhores valores de pH nas duas camadas avaliadas, apresentado valores de 7,02 na profundidade de 0,00-0,20 m e 6,53 na profundidade de 0,20-0,40 m, estando esses valores dentro da faixa ideal para o desenvolvimento da maioria das culturas. Os demais tratamentos teve resultados das faixas de pH considerados com acidez moderada a fortenas duas camadas.

Em estudos sobre adubação orgânica da batata com esterco e, ou, crotalária Silva et al., (2007), verificaram que o pH do solo foi maior, ou mais elevado quando utilizado o tratamento apenas com esterco. Isso por que



a aplicação continuada de esterco em áreas de cultivo de batatinha promove o acréscimo do pH do solo, devido ao grande aporte de cálcio, que pode contribuir para a lixiviação de N em formas orgânicas, explica Oliveira et al., (2011).

Para os teores de Nitrogênio na profundidade de 0,00-0,20 m observa-se, que houve diferença significativa, somente quando utilizada a combinação do esterco bovino e o biofertilizante, em comparação ao tratamento com os três insumos. Na profundidade de 0,20-0,40 m não houve significância entre os tratamentos. O uso combinado do esterco bovino e do biofertilizante foi o que apresentou os maiores teores de nitrogênios no solo na primeira camada. Ambos os insumos são ricos em NPK e sua disponibilidade é abundante e o uso combinado de um adubo sólido com um adubo líquido, foi capaz de promover uma maior disponibilidade de nutrientes para o solo.

Silva et al., (2012) estudando o rendimento produtivo do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante, constatou em seus resultados que o biofertilizante proporcionou ganhos adicionais na produtividade de tuberas comerciais, quando comparado ao fornecimento do esterco bovino de forma isolada. Quando ocorre um aumento nos teores de matéria orgânica no solo, o nitrogênio é o principal nutriente liberado na solução do solo, favorecendo o maior rendimento da cultura (Cardoso et al., 2007).

Já o teor de fósforo no solo foi maior no tratamento do esterco bovino de forma isolada. A adição do esterco bovino aumentou significativamente os teores de fósforo disponível nos solos estudados, sendo maior tanto para a camada de 0-20 quanto para a camada de 20-40 quando utilizado o esterco bovino de forma isolada, isto porque houve uma adição de fosfato ao solo através da adubação orgânica, onde a matéria orgânica do solo compete pelos sítios de adsorção, bloqueia os sítios de adsorção de fósforo, contribui com o aumento da CTC destes solos por apresentar cargas elétricas de superfície e com a diminuição do ponto de carga zero do solo.

Os teores de P encontrados na camada mais profundas, são considerados bastante elevados segundo Malavolta (1997). Este pode ser um dado preocupante, dado que, as sucessivas aplicações de esterco bovino nessas áreas fizeram com que o fósforo tenha sido lixiviado para as camadas mais profundas podendo vir a contaminar o lençol freático e conseqüentemente causar a eutrofização dos reservatórios de água locais (Toor et al., 2015).

Para os teores de P na camada de 0,00-0,20 m destacou-se o uso combinado dos insumos esterco + biofertilizante + pó de rocha, apresentando valores próximos de 110 mg/dm<sup>3</sup>. O uso do biofertilizante em sua forma líquida tem influência na solubilização do pó de rocha e na liberação dos nutrientes, de tal maneira que o uso combinado dos insumos, possui uma maior eficiência na liberação de nutrientes. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et. al., (2014) estudando a produção de batata inglesa com diferentes doses de pó de rocha explicam que em seu experimento, o emprego de esterco bovino associado ao pó de rocha no cultivo da batata auxiliou na mineralização, solubilização e liberação dos elementos contidos no pó de rocha, com destaque para o K, P e Ca, que resultou na maior quantidade e qualidade das batatas.

Diferente de tais resultados, na profundidade de 0,20-0,40 m, o tratamento que respondeu melhor, foi o que se utilizou apenas o esterco bovino. Oliveira et al., (2010) explicam que o esterco bovino, quando aplicado em condições satisfatórias, ou seja, em quantidades adequadas, eleva os teores de NPK, onde o K é o elemento que atinge valores mais elevados no solo, suprimindo as necessidades da planta. Além disso, os solos estudados e predominantes na região possuem grande reserva de potássio, isso porque seu material de origem é um feldspato potássico.

Para os teores de sódio, tanto na camada de 0-0,20 m quanto na camada de 0,20-0,40 m não houve diferença significativa em seus teores em relação aos insumos aplicados, sendo estes teores considerados baixos. As quantidades de sódio encontradas demonstram que os insumos utilizados são importantes para a manutenção



dos baixos teores de sódio no solo, contribuindo para o desenvolvimento da cultura da batata e uma melhor rentabilidade, visto que a concentração de sais solúveis no solo em quantidades muito elevadas é capaz de elevar a pressão osmótica no solo e reduzir a absorção de água pela planta, acarretando um acúmulo de elementos que provocam toxidez as plantas (Medeiros et al., 2011).

Os teores de alumínio no solo, tanto na camada de 0,00-0,20 m quanto na camada de 0,20-0,40 m, apresentaram valores considerados de baixos a muito baixos (Pernambuco, 1998). Na primeira camada apesar de haver diferença significativa entre os tratamentos, se sobressaindo o tratamento com aplicação de esterco bovino + biofertilizante obtendo os maiores valores de  $Al^{3+}$ , mesmo assim, é possível observar que os valores são bem baixos, chegando próximo a zero. Já a segunda camada não há diferença significativa entre os tratamentos.

Já para a acidez potencial do solo ( $H + Al$ ), o tratamento de maior destaque para a redução da acidez potencial foi utilizando o esterco bovino de forma isolada para as duas profundidades. A utilização de insumos é capaz de promover melhorias quando adicionados ao solo, pode promover a elevação do pH e consequentemente diminuir a acidez potencial como foi evidenciado nesta pesquisa e corroborando com os resultados encontrados por Silva (2018), estudando os efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio, observou que a adição de esterco bovino ao solo aumentou o pH e consequentemente ocorreu uma diminuição na acidez potencial ( $H+Al$ ).

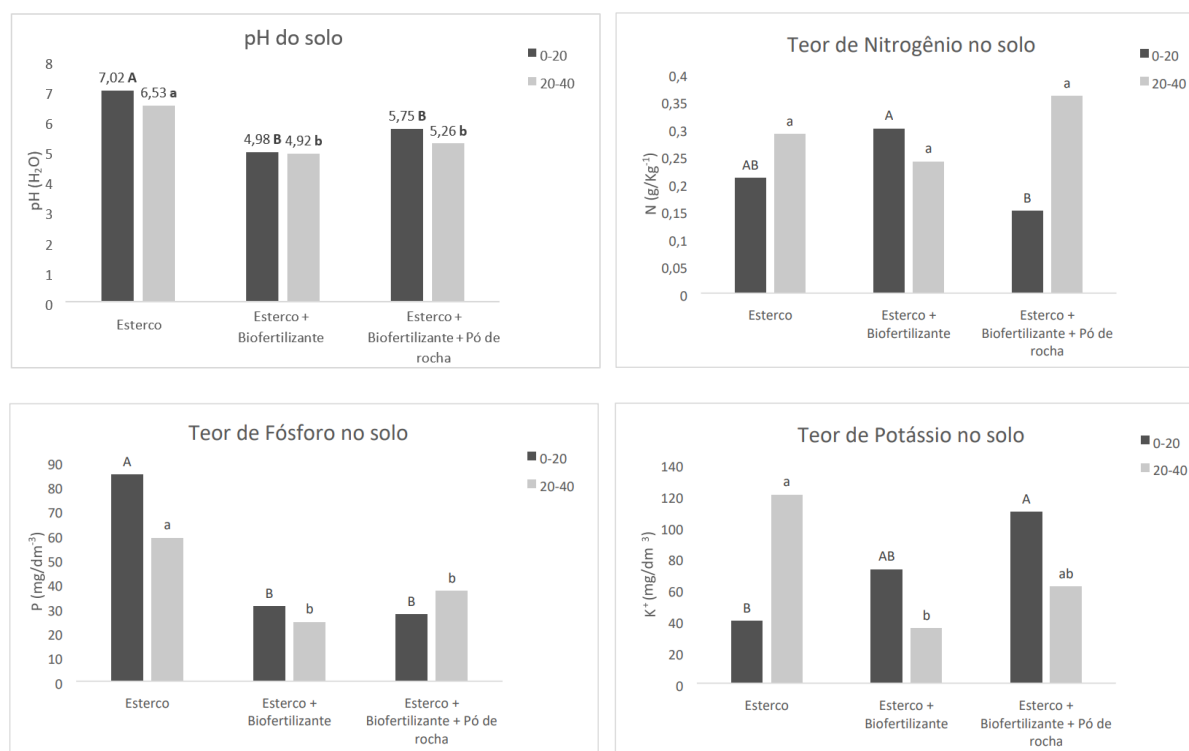


Figura 2- Quantificação dos teores dos atributos químicos do solo (N, P, K+, Na+, Ca2+, Mg2+, H+ + Al3+) e carbono orgânico (total, particulado e associado a fração mineral) em função dos tratamentos. Fonte: Autores (2023).

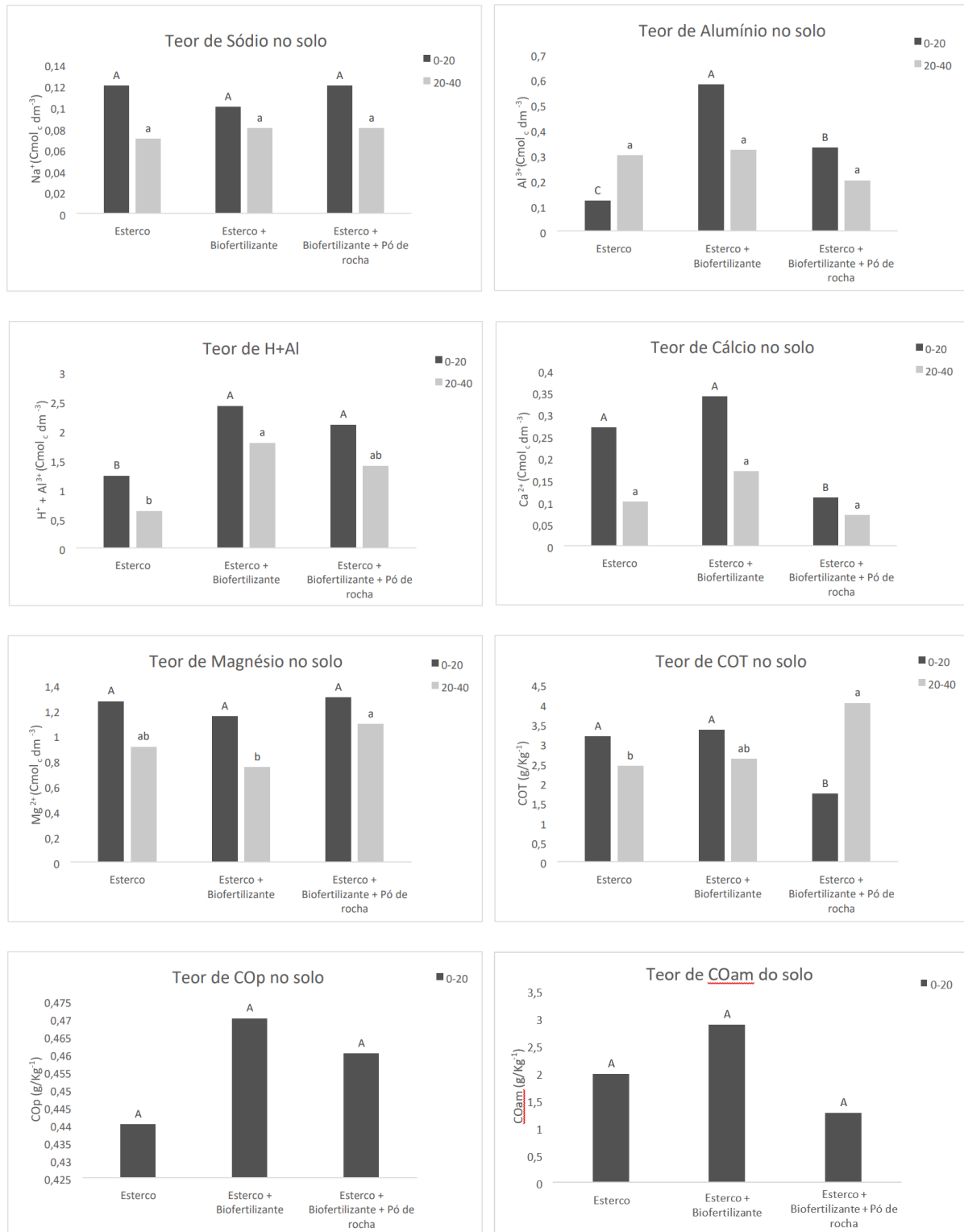


Figura 2- Quantificação dos teores dos atributos químicos do solo (N, P, K+, Na+, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H+ + Al<sup>3+</sup>) e carbono orgânico (total, particulado e associado a fração mineral) em função dos tratamentos. Fonte: Autores (2023).

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível  $P \leq 0,05$  pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam os insumos na profundidade 0-20 cm; Letras minúsculas comparam os insumos na profundidade 20-40 cm.



O Cálcio é muito importante para o desenvolvimento das culturas, no solo em quantidades adequadas ajuda a reduzir a acidez e a toxicidade causada pelo Alumínio, Cobre e Manganês. Os teores de cálcio encontrados neste estudo, são considerados muito baixos (Pernambuco, 1998) e o tratamento com maior eficiência na disponibilidade de Cálcio ao solo foram com esterco bovino e esterco bovino + biofertilizante, na primeira camada. Na segunda camada avaliada os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. Santos et al (2012) estudando a caracterização de Neossolos Regolíticos da região semiárida do estado de Pernambuco, também encontraram baixos teores de Ca variando entre 0,77 e 1,86  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e os maiores teores foram encontrados na camada superficial, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Quanto aos teores de Mg, na profundidade superior avaliada não houve diferença significativa entre os tratamentos, já na profundidade inferior houve diferença significativa, sendo que o tratamento com os três insumos de forma combinada foi o que apresentou os maiores teores de Mg. Esse comportamento pode estar relacionado com a natureza dos insumos utilizados e com a ciclagem deste nutriente e seu efeito residual, inclusive nas camadas mais profundas, como explica Silva (2018) que encontrou, teores de magnésio mais elevados com resposta significativa a aplicação de esterco no primeiro ano agrícola, e quando avaliou o efeito residual do insumo percebeu que obteve respostas positivas para os teores de magnésio a partir do terceiro ano, justificando este aumento nos teores de magnésio que se deu por meio da mineralização deste elemento que estava na forma orgânica, processo que foi favorecido pelos sucessivos preparos do solo e pelas condições climáticas favoráveis.

Para os teores de carbono orgânico total (COT), na camada de 0,00-0,20 m, os tratamentos esterco e esterco + biofertilizante apresentou um aporte significativamente maior no solo do que a adubação feita com os três insumos combinados, o que apresentou efeito inverso na camada de 0,20-0,40 m, onde o tratamento que se destacou foi o esterco + biofertilizante + pó de rocha. Este resultado pode estar relacionado com a menor solubilidade do pó de rocha em detrimento dos outros insumos utilizados, visto que este tem um efeito residual maior no solo, e pode ter percolado para as camadas mais profundas através do movimento da água no solo, ainda mais por se tratar de um solo bastante arenoso, com isto houve um maior acúmulo na camada mais profunda.

Leite et al., (2003) estudando os estoques totais de COT, constataram que os sistemas que utilizaram adubação orgânica mostraram-se mais eficientes em preservar os estoques de COT em detrimento dos sistemas que utilizaram adubação mineral. Evidenciando que o uso dos insumos orgânicos presente neste estudo seja de forma isolada ou de forma combinada, apresentam grande eficácia no aporte de nutrientes para o solo, e que sua recomendação deve ser indicada para melhoria da fertilidade em Neossolo Regolítico.

As variáveis carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado a fração mineral (COam) do solo, não apresentaram diferença estatísticas entre os tratamentos. Rossi et al. (2011), explicam que os sistemas de manejo e culturas capazes de proporcionar um maior aporte de Carbono e resíduos na superfície do solo aumentam os teores de COp, isto acontece porque parte deste compartimento é formada por partículas derivadas de resíduos das plantas. Poucos são os estudos que relatam sobre os teores de COp em Neossolo Regolítico nas condições desta pesquisa.

Os solos estudados são solos arenosos e tanto o tipo de manejo utilizado, quanto a cultura da batata não favorecerem a agregação de partículas e +consequentemente a proteção química e física da matéria orgânica dos solos estudados. Sabe-se que o COam consiste no carbono que está fortemente ligado às partículas minerais, formando complexos organo minerais.





Os sistemas de manejo que promovam melhor aportes de biomassa vegetal podem ser identificados através da fração particulada da MOS, assim a fração particulada é uma ferramenta importante para quando se avalia a qualidade do solo (Rossi et al., 2011).

#### 4 Conclusões

O pH do solo teve seus teores elevados quando se utilizou a adubação apenas com esterco, sendo o tratamento que elevou significativamente o pH para próximo da neutralidade, ficando o solo em condições ótimas para o desenvolvimento da cultura da batata.

Os tratamentos esterco bovino + biofertilizante seguido do tratamento apenas com esterco, disponibilizaram os maiores teores dos nutrientes N, P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>. Já o tratamento esterco bovino + biofertilizante + pó de rocha contribuiu significativamente com o aumento dos teores de K<sup>+</sup>.

Para os teores de COT houve um aporte maior quando utilizado o esterco de forma isolada e a combinação de esterco e biofertilizante para a camada superficial. E para a camada de 0,20-0,40m o maior aporte ocorreu com a adição dos três insumos de forma combinada.

O uso combinado de esterco bovino com biofertilizante e o a utilização de esterco bovino de forma isolada foram os melhores tratamentos para a implantação da cultura da batata inglesa na região do agreste paraibano.

#### Referências

- Agência Executiva De Gestão Das Águas Do Estado Da Paraíba – AESA (2018). Disponível em: <http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-monitoramento/>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- Alcântara, F. A. (2016). Aspectos Básicos sobre a Produção Local de Fertilizantes Alternativos para a Adubação de Sistemas Agroecológicos. *Documentos*, (310).
- Almeida, A. V. D. L. D., Corrêa, M. M., Lima, J. R. D. S., Souza, E. S. D., Santoro, K. R., & Antonino, A. C. D. (2015). Atributos físicos, macro e micromorfológicos de Neossolos Regolíticos no agreste meridional de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39, 1235-1246.
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F., & Konopka, A. E. (1994). Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil science society of America journal*, 58(5), 1501-1511.
- Cardoso, A. D., Alvarenga, M. A. R., Melo, T. L., & Viana, A. E. S. (2007). Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 1729-1736.
- Cooper, J., Reed, E. Y., Hörtenhuber, S., Lindenthal, T., Løes, A. K., Mäder, P., Jakob, M., Astriad, O., Hartmut, K., & Möller, K. (2018). Phosphorus availability on many organically managed farms in Europe. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 110, 227-239.
- Costa, E. M., Silva, H. F., & Ribeiro, P. R. A. (2013). Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. *Enciclopédiabiosfera*, 9(17), 1842-1860.



- Hair Junior, J. F., Black, W. C., Babin, N. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados* (6ed.). São Paulo: Bookman.
- Galvão, S. R. D. S., Salcedo, I. H., & Oliveira, F. F. D. (2008). Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43, 99-105.
- Garcia, S. S. R., Pereira, D. R., Dutra, M. L. S., Ribeiro, A. W. P., de Menezes, K. D. C., Cruz, R. F., Miranda, R. C. M., & Neto, O. J. D. A. G. (2020). Análise comparativa de adubos orgânicos oriundos de diferentes tipos de compostagem. *Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente*, 8(2), 115-126.
- Generoso, T. N., Martinez, M. A., Rocha, G. C., & Hamakawa, P. J. (2017). Water magnetization and phosphorus transport parameters in the soil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21, 9-13.
- Leite, L. F. C., Mendonça, E. S., Neves, J. C. L., Machado, P. L. O. A., & Galvão, J. C. C. (2003). Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27, 821-832.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. D. (1997). *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. (2 ed.), 319p.
- Medeiros, P. R., Duarte, S. N., Uyeda, C. A., Silva, Ê. F., & Medeiros, J. F. D. (2012). Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16, 51-55.
- Menezes-Blackburn, D., Giles, C., Darch, T., George, T. S., Blackwell, M., Stutter, M., ... & Haygarth, P. M. (2018). Opportunities for mobilizing recalcitrant phosphorus from agricultural soils: a review. *Plant and Soil*, 427, 5-16.
- Murphy, J. A. M. E. S., & Riley, J. P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica chimica acta*, 27, 31-36.
- Nicoloso, R. S., & Martins, F. M. (2020). Adubação orgânica: produtividade com menor custo. *Plantio Direto & Tecnologia Agrícola*, 178(7), 25-33.
- Oliveira, A. P., Santos, J. F., Cavalcante, L. F., Pereira, W. E., Santos, M. D. C. C., Oliveira, A. N. P., & Silva, N. V. (2010). Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. *Horticultura Brasileira*, 28, 277-281.
- Oliveira, F. F. D., Salcedo, I. H., & Galvão, S. R. (2011). Adubação orgânica e inorgânica de batatinha em solos arenosos: produtividade, nutrientes na planta e lixiviação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15, 1228-1234.
- Pernambuco (Estado). (1998). *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco*. (2ed.), 197p.
- Rossi, F., Melo, P. C. T., Azevedo Filho, J. A., Ambrosano, E. J., Guirado, N., Schammass, E. A., & Camargo, L. F. (2011). Cultivares de batata para sistemas orgânicos de produção. *Horticultura Brasileira*, 29, 372-376.



- SANTOS, H. G.; et al. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, Embrapa, (5 ed.),866p.
- dos Santos, J. F., de Oliveira, A. P., Alves, A. U., de Brito, C. H., Dornelas, C. S., & Nóbrega, J. P. (2006). Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. *Horticultura Brasileira*, 24, 103-106.
- Santos, J. F., da Silva, E. D., & Beserra, A. C. (2014). Produção agroecológica de batata em relação à doses de pó de rocha. *Rev. Tecnologia e Ciência Agropecuária*, 8(1), 29-35.
- Santos, J. C. B. D., Souza Júnior, V. S. D., Corrêa, M. M., Ribeiro, M. R., Almeida, M. D. C. D., & Borges, L. E. P. (2012). Caracterização de Neossolos Regolíticos da região semiárida do estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 36, 683-696.
- Silva, J. A. D., Oliveira, A. P. D., Alves, G. D. S., Cavalcante, L. F., De Oliveira, A. N., & Araújo, M. A. (2012). Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16, 253-257.
- Silva, M. S. D. (2018). *Efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio*. Jaboticabal, 77 p.
- Silva, T. O. D., Menezes, R. S. C., Tiessen, H., Sampaio, E. V. D. S. B., Salcedo, I. H., & Silveira, L. M. D. (2007). Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*: I-produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31, 39-49.
- Snyder, J. D., & Trofymow, J. A. (1984). A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil samples. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 15(5), 587-597.
- Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. (2017). *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília: Embrapa, (3 ed.),573 p.
- Toor, G. S., & Sims, J. T. (2015). Managing phosphorus leaching in mid-Atlantic soils: Importance of legacy sources. *Vadose Zone Journal*, 14(12), vzj2015-08.