



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

FERNANDA RAMOS DE MEDEIROS

**COMPORTAMENTO DO POTÁSSIO EM SOLOS DE PRODUTORES RURAIS
AGROECOLÓGICOS EM MOSSORÓ-RN**

MOSSORÓ

2022

FERNANDA RAMOS DE MEDEIROS

**COMPORTAMENTO DO POTÁSSIO EM SOLOS DE PRODUTORES RURAIS
AGROECOLÓGICOS EM MOSSORÓ-RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: André Moreira de Oliveira, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488c Medeiros, Fernanda Ramos de .
Comportamento do potássio em solos de
produtores rurais agroecológicos em Mossoró-RN /
Fernanda Ramos de Medeiros. - 2022.
43 f. : il.

Orientador: André Moreira de Oliveria.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2022.

1. nutriente. 2. agricultura orgânica. 3.
adubo. I. Oliveria, André Moreira de, orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FERNANDA RAMOS DE MEDEIROS

**COMPORTAMENTO DO POTÁSSIO EM SOLOS DE PRODUTORES RURAIS
AGROECOLÓGICOS EM MOSSORÓ-RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 22 / 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 ANDRÉ MOREIRA DE OLIVEIRA
Data: 28/11/2022 17:19:17-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

André Moreira de Oliveira, Prof. Dr.
Presidente

Documento assinado digitalmente
 MARIA EUGENIA DA COSTA
Data: 28/11/2022 21:27:16-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Maria Eugênia da Costa, Prof^a. Dr^a.
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 ALEX ALVARES DA SILVA
Data: 29/11/2022 10:38:10-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Alex Alvares da Silva, Me.
Membro Examinador

Às minhas avós Francisca das Chagas Souza de Medeiros (*in memoriam*) e Juraci Freire Gregorio (*in memoriam*), exemplos de mulheres fortes que muito me ensinaram sobre o amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas e todos que, de alguma maneira, fizeram parte da construção da minha trajetória acadêmica e da elaboração deste trabalho, contribuindo para que ele acontecesse.

Aos meus pais, Mario Rovera e Luzia Gregorio, que sempre me incentivaram a estudar e me apoiaram incondicionalmente nessa jornada. Todas as vezes que a saudade apertou em meu peito, lembrei-me que a minha ausência tinha um propósito maior, foi na força e no amor de vocês que encontrei coragem e motivação para continuar. Aos meus queridos irmãos, Yago e Miguel, meu muito obrigada.

Aos meus amigos de perto e de longe, aos meus diamantes e, em especial, a Michelle Cortez, vocês foram instrumento de apoio e de felicidade nas diversas vezes em que achei que não fosse capaz. Sou grata por tê-los em minha vida!

Ao meu orientador, André Moreira, por toda a paciência, tempo e dedicação para que esse sonho, o meu sonho, se tornasse realidade. A quem tive a felicidade de conhecer na graduação e a quem espero ter a oportunidade de trabalhar mais vezes nas próximas jornadas que a vida me reserva.

A todas as produtoras e produtores rurais da agricultura familiar que fazem com que a comida chegue as nossas mesas, em especial, as produtoras e produtores da APROFAM. Obrigada por continuarem resistindo e existindo.

A todas e todos que contribuíram para que políticas públicas de ações afirmativas como as cotas e o programa de bolsa permanência no ensino superior pudessem ingressar, de forma mais democrática, pessoas que, historicamente, foram excluídas desses espaços. Ao movimento estudantil, ao qual tive a honra de fazer parte, que bravamente se põe a frente das batalhas das e dos estudantes, resistindo em momentos de ataques à educação brasileira e ao ensino superior gratuito e de qualidade. Obrigada, companheiras e companheiros.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido por ter sido a minha casa durante anos e por me dar a satisfação em fazer parte da história dessa instituição. Obrigada por proporcionar a minha formação acadêmica, UFERSA.

Meus sinceros agradecimentos, obrigada!

A persistência é o caminho do êxito.
Charles Chaplin

RESUMO

O potássio (K) é o segundo macronutriente mais requerido pelas plantas. Devido ao intemperismo e a formação geológica dos solos agrícolas do trópico úmido, K acaba sendo escasso. O problema se agrava para a agricultura orgânica que não faz uso de adubos potássicos convencionais. Por isso a importância de estudos sobre o comportamento do nutriente em áreas de produção agroecológica. A coleta das amostras foi realizada no ano de 2021 em 5 propriedades da zona rural de Mossoró – RN. Foram analisados atributos físico-químicos dos solos em dois momentos distintos, antes e após o período de chuvas da região, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Os teores de K foram elevados, tanto em superfície como em subsuperfície, com a camada de 0-20 cm se destacando. A ação da chuva não influenciou fortemente a lixiviação do nutriente apesar de contribuir para manter os teores do K altos em profundidade.

Palavras-chave: Nutriente; agricultura orgânica; adubo.

ABSTRACT

The potassium (K) is the second macronutrient most required by plants. Due to weathering and the geological formation of agricultural soils in the humid tropics, K ends up being scarce. The problem gets worse for organic agriculture that doesn't make use of conventional potassium fertilizers. Therefore, the importance of studies on behavior in agroecological production areas. Sample collection was carried in 2021 in 5 properties on the rural area of Mossoró – RN. Soil physical-chemical attributes were analyzed at two distinct moments, before and after the rainy season in the region, at depths of 0-20cm and 20-40cm. K's levels were high, both on the surface and on the subsurface, with the 0-20cm layer standing out. The action of rain did not strongly influenced the leaching of the nutrient, although it contributed to maintain high levels of K in depth.

Keywords: Nutrient; organic agriculture; fertilizer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Mapa do Semiárido	16
Figura 2	–	Mapa dos principais núcleos de desertificação do Nordeste.....	17
Figura 3	–	Mapa de Mossoró.....	22
Figura 4	–	Coleta de solos nas áreas de produtores da APROFAM	23
Figura 5	–	Análise química das amostras de solo	23
Figura 6	–	Disponibilidade de nutrientes em diferentes valores de pH do solo	26
Figura 7	–	Valores de Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo em cmol/dm^3 nos períodos de coleta em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades: (A) Alagoinha I; (B) Alagoinha II; (C) Riacho Grande I; (D) Riacho Grande II; (E) Assentamento Jurema	27
Figura 8	–	Valores da Condutividade Elétrica (CE) do solo em dS/m^{-1} nos períodos de coleta em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades: (A) Alagoinha I; (B) Alagoinha II; (C) Riacho Grande I; (D) Riacho Grande II; (E) Assentamento Jurema	29
Figura 9	–	Valores do Potássio (K) do solo em mg/dm^3 nos períodos de coleta em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades: (A) Alagoinha I; (B) Alagoinha II; (C) Riacho Grande I; (D) Riacho Grande II; (E) Assentamento Jurema	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Localização e coordenadas de cada comunidade	22
Tabela 2	–	Potencial Hidrogeniônico (pH) de solos em diferentes profundidades antes e depois do período de chuvas em solos agrícolas e de mata nativa	25
Tabela 3	–	Classe textural dos solos nas comunidades para área e testemunha	33

APÊNDICE

Tabela A	– Análise química do solo em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades Alagoinha I, Alagoinha II, Riacho Grande I, Riacho Grande II e Assentamento Jurema antes das chuvas	41
Tabela B	– Análise química do solo em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades Alagoinha I, Alagoinha II, Riacho Grande I, Riacho Grande II e Assentamento Jurema depois das chuvas	42
Tabela C	– Análise química de água para fins de irrigação nos períodos de coleta das comunidades Alagoinha I, Alagoinha II, Riacho Grande I, Riacho Grande II e Assentamento Jurema	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Solos	15
2.1.1	Solos do Semiárido	16
2.2	Degradação dos solos	17
2.3	Sais do solo	19
2.4	Potássio	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36
	APÊNDICE A – ANÁLISE QUÍMICA DOS SOLOS ANTES DAS	
	CHUVAS	41
	APÊNDICE B – ANÁLISE QUÍMICA DOS SOLS DEPOIS DAS	
	CHUVAS	42
	APÊNDICE C – ANÁLISE QUÍMICA DE ÁGUA PARA FINS DE	
	IRRIGAÇÃO	43

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de tamanho continental com uma imensidão de biodiversidade e recursos naturais. De toda a reserva de água doce do planeta, 12% estão em território brasileiro que, somados à outra característica importante como as extensões de áreas agricultáveis do país, o destacam como uma potência importante em recursos naturais e para o desenvolvimento de atividades agrícolas. Dessa água apenas 3% está disponível para a região Nordeste, concentrada em apenas dois rios de grande importância, o São Francisco e o Parnaíba, que juntos detêm 78% da água doce da região (BRITO et al., 2007).

Com uma precipitação pluviométrica média menor que 800 mm por ano, o Semiárido brasileiro ocupa 67% da região Nordeste. Com o baixo e irregular regime de chuvas na região ocorrendo em um período curto durante o ano, uma prática muito comum é a espera pela época chuvosa que, em determinadas localidades, ocorre entre os meses de janeiro a maio, e pode ser popularmente chamada de “inverno”, para armazenar água e plantar para subsistência.

A agricultura no Brasil coloca o país em 4º lugar no ranking de maior consumidor de fertilizantes químicos no mundo, ficando atrás de países como China, Índia e EUA. A demanda brasileira por fertilizantes potássicos desencadeia uma dependência externa de 94% em importações, em contrapartida à uma produção de apenas 6% desse produto (CURIONE, 2021).

Diante disso, o potássio (K) é um dos macronutrientes mais requeridos pelas plantas, perdendo apenas para o nitrogênio. O balanceamento e quantidade suficientes dos nutrientes são exigidos para um bom rendimento agrícola. Após o seu fornecimento e a senescência das plantas, o K retorna ao solo de maneira rápida por ser facilmente liberado nele (PAVINATO et al., 2008).

Os teores de K nos solos diferem por serem resultantes das variações de fatores e processos pedogenéticos responsáveis pela formação de cada solo, sendo este elemento oriundo do material de origem. Os solos menos intemperizados, localizados, no Brasil, mais ao sul e também na região semiárida, possuem proporções maiores do nutriente (NACHTIGALL e RAIJ, 2005).

Com o alto grau de intemperismo dos solos agricultáveis do trópico úmido e sua formação geológica, o K no solo acaba sendo insuficiente para a agricultura, já que é um elemento muito requerido pelas plantas. O problema se agrava para a agricultura orgânica que

não faz uso de adubos potássicos convencionais, principalmente os de fontes solúveis, devido às restrições das normas certificadoras (BRASIL, 2009).

Após a pandemia do Coronavírus (COVID-19), as principais matérias primas de fertilizantes tiveram um aumento de mais de 100% no ano de 2021 (CURIONE, 2021). Esses aumentos se refletem no preço dos alimentos produzidos de maneira convencional, causando restrições ao acesso pelos consumidores finais. Frente a isso, a agroecologia fornece práticas e princípios para interromper a dependência de produtos agroquímicos que extinguem a biodiversidade e afetam a saúde da população (ABRASCO, 2013).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Solos

O solo é um recurso natural essencial para o funcionamento do ecossistema terrestre, constituído de um balanço entre os fatores físicos, químicos e biológicos.

Os solos não se resumem apenas às suas partículas minerais, mas a um conjunto presente por minerais inorgânicos, partículas de areia, silte e argila, matéria orgânica derivada da decomposição pela biota do solo, organismos vivos, água e gases, como O₂, CO₂, N₂, NO_x, onde o equilíbrio se reflete no potencial produtivo e na sustentabilidade agrícola (CUNHA *et al.*, 2010; DORAN; SARRANTONIO; LIEBIG, 1996).

Ainda segundo Doran, Sarrantonio, Liebig (1996), enquanto um sistema natural, vivo e dinâmico, o solo encaminha a produção de alimentos e fibras e o balanço geral do ecossistema, além de proporcionar o meio para o crescimento vegetal, dando suporte físico, disponibilidade de água, oxigênio e nutrientes para as raízes. Outro atributo dos solos é a capacidade de regulação hídrica do ambiente e a transformação e degradação de compostos poluentes.

Desenvolvido a partir da superfície, o solo é formado de seções aproximadamente paralelas, organizadas em camadas e/ou horizontes que se distinguem do material de origem inicial, devido à adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria, influenciados pelos fatores clima, organismos e relevo ao longo do tempo. Os horizontes são formados pelos processos de formação do solo diretamente influenciados pelo intemperismo do substrato rochoso ou de sedimentos de natureza diversa. Em relação às camadas, são menos afetadas pelos processos pedogenéticos, mantendo as características do material de origem (SANTOS *et al.*, 2018).

Ainda segundo Santos *et al.* (2018), o corpo tridimensional que representa o solo é chamado de *pedon*. A porção do *pedon* que vai da superfície ao material de origem é o perfil do solo, seu estudo viabiliza o conhecimento da variabilidade de atributos, propriedades e características dos horizontes ou camadas de solo.

O solo exerce diversas funções, uma delas está relacionada à agricultura através da promoção do meio para o crescimento vegetal e habitat para os animais e microrganismos. O

sistema solo na produção agrícola é o resultado das relações não lineares entre os minerais, as plantas e os organismos edáficos conectados com o ambiente (VEZZANI, 2001).

2.1.1 Solos do Semiárido

O semiárido brasileiro (Figura 1) possui uma extensão total de 1.182.697 km² sendo composto por 1.262 municípios dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (SUDENE, 2017). Além disso, o bioma caatinga está localizado no semiárido nordestino sendo constituído por uma extensa área de terras no interior do Nordeste do Brasil.

Figura 1 – Mapa do Semiárido



Fonte: IBGE, 2017

Os solos localizados em regiões áridas e semiáridas foram considerados inviáveis para a agricultura durante muito tempo.

Devido à grande diversidade que os solos do semiárido brasileiro possuem em material de origem, de relevo e da intensidade de aridez do clima, a presença de diversas classes de solo se apresentam nessa região variando desde grandes extensões de solos jovens, como também solos evoluídos e profundos (REBOUÇAS, 1999; CUNHA *et al.*, 2008). Um total de 15 tipos de solos são encontrados sob a caatinga, sendo quatro ordens de solos responsáveis

por 66% da área, apesar de estarem parcialmente fracionados, os Latossolos com 19%, os Neossolos Litólicos com 19%, os Argissolos com 15% e os Luvisolos com 13% (SALCEDO; SAMPAIO, 2008).

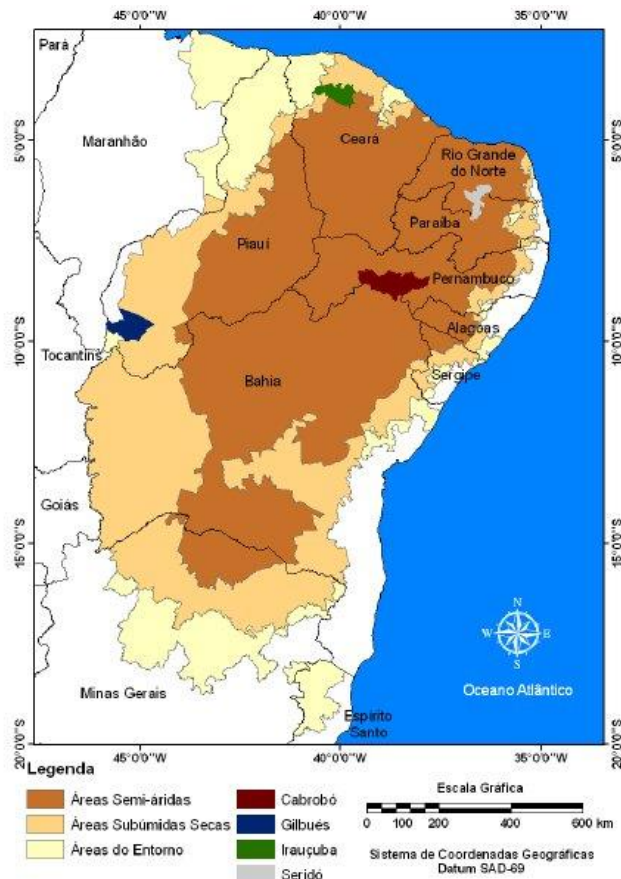
A fertilidade dos solos do semiárido brasileiro têm sido comprometida em decorrência do desmatamento e o aumento da exploração agrícola na região. A redução dos nutrientes no solo é causada pela erosão e pela exportação dos nutrientes dos produtos agrícolas e pecuários (MENEZES; SAMPAIO, 2000). Os processos erosivos evoluem até a desertificação e atingem os solos e a vegetação natural. O desenvolvimento contínuo de práticas agrícolas que retiram os nutrientes do solo sem que ocorra a sua reposição, desencadeia a perda da fertilidade da terra. Os processos de degradação dos solos do semiárido podem se intensificar devido ao tipo de solo da região, como também ao uso de irrigação na agricultura.

2.2 Degradação dos solos

A degradação do solo é um processo que pode ser definido como a redução da capacidade atual ou potencial do solo para produzir bens ou serviços. O solo passa a ser degradado quando sua capacidade na quantidade e qualidade da produção de biomassa é afetada, através dos processos naturais e antrópicos, encarecendo os custos com a sua recuperação (SA *et al.*, 2010).

As secas frequentes e a influência humana direta são os maiores responsáveis pela degradação das terras no semiárido brasileiro (SA *et al.*, 2010). Em relação à desertificação na região, a principal característica que influencia nesse fenômeno é a presença de manchas de solo exposto. O solo exposto fica suscetível a outros fatores de degradação.

Figura 2 – Mapa dos principais núcleos de desertificação do Nordeste



Fonte: Brasil, 2007

A erosão, causada principalmente pela água, contribui para a degradação física do solo nas zonas semiáridas. A vegetação na região de baixa eficiência para proteção do solo, em conjunto com as chuvas que, mesmo ocorrendo em menor frequência, acontecem em algumas épocas em grande intensidade resultam em eventos erosivos de grande magnitude (MELO FILHO; SOUZA, 2006). Com os solos do semiárido cada vez mais vulneráveis devido à ação antrópica intensa e a presença de características como solos rasos, cascalhentos e em grande parte arenoargilosos, os processos erosivos tornam-se preocupantes.

Os processos erosivos aos quais a região semiárida sofre podem passar despercebidos, já que quando se fala nesses impactos, imaginamos aqueles de maior amplitude como voçorocas e ravinas, mas o que ocorre pode não apresentar características alarmantes. Apesar disso, esses processos possuem um potencial de degradação significativo, apresentando perdas laminares de solos que, se intensificadas, podem acarretar impactos irreversíveis ao longo dos anos ao bioma caatinga (BRASILEIRO, 2009).

A cobertura vegetal é uma das mais importantes aliadas no controle da desertificação no semiárido. A vegetação da caatinga, mesmo que de baixa eficiência, desempenha o papel protetor do solo contra as intempéries, diminuindo a degradação do solo na região. A

devastação da vegetação para diversas finalidades, como para a agropecuária, mantém o solo desprotegido reduzindo a biodiversidade e deixando-o mais suscetível a erosões hídricas e eólicas, além de menos fértil e com menor capacidade de armazenamento de água.

Segundo Ribeiro et al. (2009), o uso do solo no semiárido de forma sustentável é possível, desde que a capacidade de suporte deste não seja excedida. Solos utilizados para além da sua capacidade de suporte sofrem com processos de erosão, compactação, encrostamento e perda de estrutura, tendo suas propriedades alteradas e a possibilidade de recuperação da vegetação diminuída.

Os solos do semiárido enfrentam, ainda, o acúmulo de sais em seus perfis, a presença de material de origem salina, baixos índices de pluviosidade e a elevada evaporação da água na superfície de solo, além do uso de água para a irrigação de baixa qualidade contribuem para a degradação química dos solos da região (SA *et al.*, 2010).

2.3 Sais do solo

Os solos afetados por sais são encontrados, normalmente, em regiões áridas e semiáridas as quais a evaporação é superior à precipitação. Por alguns solos dessas zonas apresentarem uma drenagem interna deficiente, juntamente com a evaporação excessiva produzem a acumulação de sais solúveis e o incremento do sódio trocável na superfície e ou subsuperfície do solo (BARROS *et al.*, 2004).

A salinização dos solos ocorre através de uma série de fatores, estes podem variar de acordo com a qualidade inicial e a salinidade da água durante o período de estiagem, o uso da irrigação, a natureza química e física dos solos, entre outros (SILVA FILHO *et al.*, 2000).

Solos nessas condições são geralmente pouco profundos com o pH variando de ligeiramente ácido a alcalino, com complexo sortivo alto em bases, predominando os nutrientes cálcio, magnésio e sódio em proporções variadas (HAYWARD; WADLEIGH, 1949).

Diversos solos em áreas irrigadas podem apresentar diminuição de sua produção pelo excesso de sais. A irrigação e a drenagem se utilizadas de maneira inadequada podem aumentar as áreas com problemas de sais e sódio trocável, principalmente se essas já forem sensíveis ao processo de salinização natural, como também os tipos e perfis de solos predominantes.

Áreas com produção agrícola intensa, como é o exemplo da fruticultura no Nordeste, muito responsável por exportações de grande magnitude, são mais vulneráveis à salinização já que utilizam grandes projetos de irrigação. A maior produtividade da terra e os sistemas de irrigação intensos contribuem para esses processos de degradação do solo.

O sódio (Na^+), por ser um cátion monovalente, pode ser adsorvido aos colóides do solo tendo a capacidade de mover nutrientes como o K^+ e o Ca^{2+} do complexo de troca, quando em elevadas concentrações, condição esta que pode afetar a estrutura do solo em determinadas situações (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Diminuindo a disponibilidade desses nutrientes para as plantas, além de promover a dispersão das argilas através da substituição dos cátions bivalentes pelos monovalentes, acionando o aumento da dupla camada difusa (MCBRIDE, 1995).

A recuperação de solos afetados por sais, sejam eles salinos, salinos-sódicos ou sódicos, objetiva a diminuição da concentração dos sais solúveis e do sódio trocável, deixando-o apto para a agricultura.

2.4 Potássio

O potássio (K) representa na crosta terrestre cerca de 2,6%, ficando atrás apenas do oxigênio (O), silício (Si), alumínio (Al), ferro (Fe), cálcio (Ca), sódio (Na) e magnésio (Mg), no solo em teores que variam de 0,1% a 3,0% (SCHROEDER, 1979). O K é um dos dez elementos mais abundantes na crosta terrestre e um dos macronutrientes mais utilizados pelas plantas, perdendo apenas para o nitrogênio, ocorrendo na natureza sob a forma de composto. No Brasil, os teores de K nos solos variaram de 0,05% a 2,5%, segundo Lopes (1982).

O intemperismo é o fenômeno responsável pela sua alteração química no decorrer do tempo geológico (NASCIMENTO; MONTE; LOUREIRO, 2008). O potássio possui grande importância no metabolismo das plantas sendo um elemento mineral essencial na agricultura.

O balanceamento e quantidade suficiente dos nutrientes são exigidos para um bom rendimento agrícola. Após o seu fornecimento e a senescência das plantas, o K retorna ao solo de maneira rápida por ser facilmente liberado nele (PAVINATO *et al.*, 2008). Os teores de K nos solos diferem por serem resultantes das variações de fatores e processos pedogenéticos responsáveis pela formação de cada solo, sendo este elemento oriundo do material de origem.

Os solos menos intemperizados como os da região semiárida brasileira possuem proporções maiores do nutriente (NACHTIGALL e RAIJ, 2005).

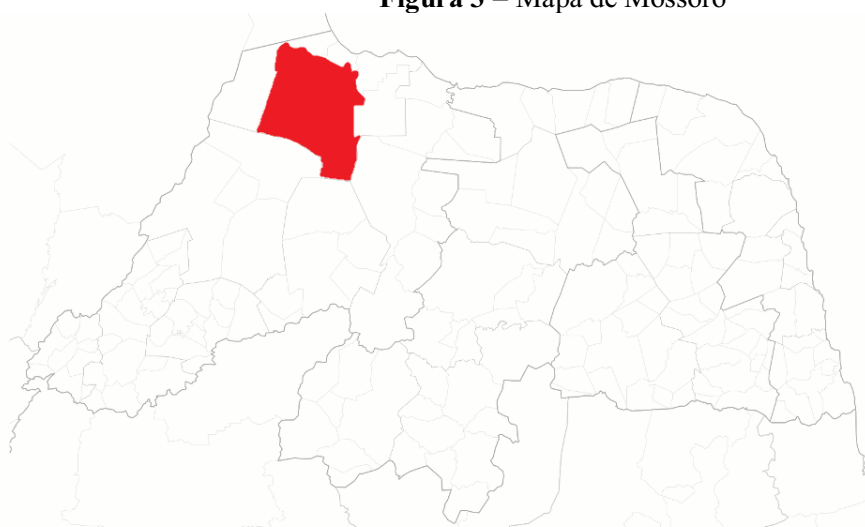
Ainda segundo NACHTIGALL e RAIJ (2005) o K estrutural é definido como a fração do elemento contida na estrutura cristalina de, principalmente, minerais primários e secundários. O potássio trocável é a fração mais analisada deste nutriente no solo, é quem permanece adsorvida às cargas elétricas negativas dos coloides minerais e orgânicos do solo. Com o alto grau de intemperismo dos solos agricultáveis do trópico úmido e sua formação geológica, o K acaba sendo um nutriente escasso. O Brasil é um país carente em minérios de potássio, esses teores insuficientes no solo contrastam com as enormes exigências do nutriente pelas culturas. Diante disso, a utilização de materiais e rotas alternativas para a agroindústria representam uma saída. Um dos exemplos é o uso de pó-de-rocha para a aplicação como fonte potássica (NASCIMENTO; MONTE; LOUREIRO, 2008).

O potássio presente no solo necessita de diagnose devido a diversidade de situações de solos, culturas e hábitos de adubação como pré-requisito em casos de prescrição de adubação, sendo adaptadas regionalmente e por cultura (NACHTIGALL e RAIJ, 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta das amostras foi realizada no ano de 2021 em 5 propriedades da zona rural da cidade de Mossoró – RN (Figura 2). As coletas ocorreram em dois períodos distintos, denominados de Coleta 1 – Antes das chuvas, ocorrida em janeiro, período em que a região inicia o regime chuvoso; e Coleta 2 – Depois das chuvas, sucedida no mês de julho, período em que o inverno, como é popularmente chamada a época chuvosa da região, já ocorreu.

Figura 3 – Mapa de Mossoró



Fonte: Adaptado pela autora de IFRN, 2022

As amostras foram organizadas de acordo com os nomes de cada comunidade, permanecendo: Alagoinha I, Alagoinha II, Riacho Grande I, Riacho Grande II e Assentamento Jurema, com suas respectivas localizações e coordenadas descritas na Tabela 1.

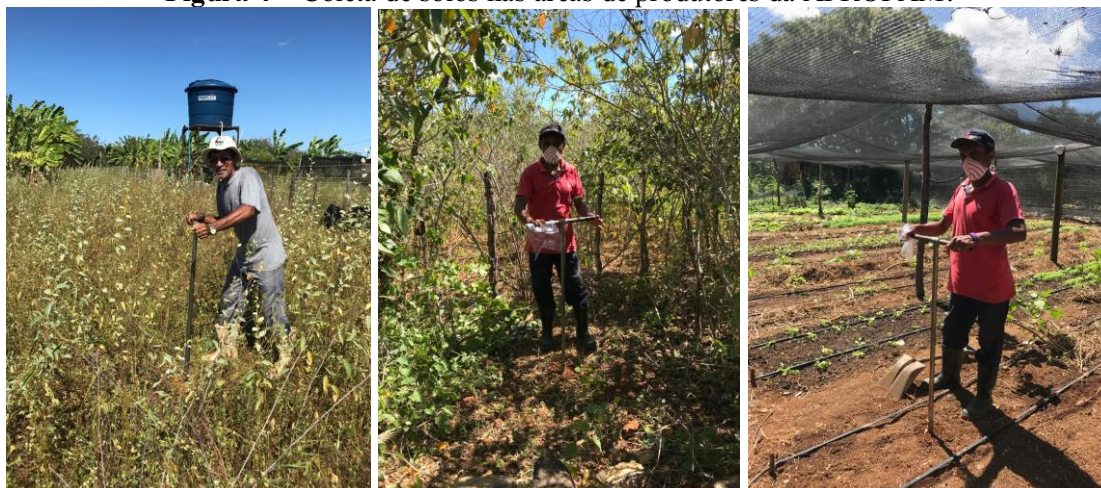
Tabela 1 – Localização e coordenadas de cada comunidade.

Comunidade	Latitude	Longitude
Alagoinha I	5°02'48.3"S	37°25'25.5"W
Alagoinha II	5°01'35.0"S	37°24'45.0"W
Riacho Grande I	5°08'13.7"S	37°27'46.3"W
Riacho Grande II	5°06'48.1"S	37°31'11.7"W
Assentamento Jurema	5°01'32"S	37°19'24"W

Fonte: Autora (2022)

Para o solo, as camadas coletadas foram de 0-20 e de 20-40 cm em áreas agricultáveis (A) e em áreas de mata nativa (T). A coleta ocorreu com o auxílio de trado, tipo holandês, depositados em sacos plásticos identificados com o nome do produtor, a profundidade, a área em que foi colhida e o período (Figura 3).

Figura 4 – Coleta de solos nas áreas de produtores da APROFAM.



Fonte: Autora (2021)

As amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), vinculado ao Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT), *campus* Mossoró. Secas, destorroadas e peneiradas em malha de dois milímetros de abertura, as frações maiores que 2mm foram descartadas, resultando na terra fina seca ao ar (TFSA) utilizada para a realização das análises físico-químicas (Figura 4).

Os parâmetros analisados foram: potencial Hidrogeniônico (pH); Condutividade Elétrica (CE); teores de Fósforo (P); Potássio (K^+); Sódio (Na^+); Cálcio (Ca^{2+}); Magnésio (Mg^{2+}); Alumínio (Al^{3+}); acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$); calculados a Capacidade de Troca Catiônica (CTC); a Soma de Bases (SB); o valor (V%) e a Porcentagem de Sódio Trocável (PST) antes das chuvas (Apêndice A) e depois das chuvas (Apêndice B).

Figura 5 – Análise química das amostras de solo.



Fonte: Autora (2022)

As análises físicas das amostras foram realizadas com o intuito de se obterem a granulometria, para os valores de areia, silte e argila, e a classe textural.

As amostras de água foram coletadas em paralelo com as de solo, identificadas, como descrito anteriormente, e armazenadas em refrigerador. A água das propriedades é fornecida por poços rasos da região que possuem influência do calcário da Formação Jandaíra, com qualidade inferior devido aos teores de sais. Os seguintes parâmetros foram avaliados: Condutividade Elétrica (CE); potencial Hidrogeniônico (pH); Potássio (K^+); Sódio (Na^+); Cálcio (Ca^{2+}); Magnésio (Mg^{2+}); Cloreto (Cl^-); Carbonato (CO_3^{2-}); Bicarbonato (HCO_3^-) (Apêndice C).

Para melhor visualização e compreensão dos dados obtidos, houve a criação de gráficos com os resultados das análises químicas de solo através do Excel®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH da solução do solo afeta diretamente a eficiência de absorção de nutrientes pelas raízes das plantas, como o K, prejudicando sua produtividade (MALAVOLTA, 1980). A média de pH das comunidades apresentou uma maioria de solos básicos considerando os dois períodos de coleta (Tabela 2). Analisando os dados das médias antes das chuvas, a maioria resultou em pH alcalino ($\text{pH} > 7,0$), com metade destes tendendo a neutralidade. É conhecido que os nutrientes mais solúveis tendem a estar mais disponíveis para as plantas em solos com pH mais próximos à neutralidade.

Tabela 2 – Potencial Hidrogeniônico (pH) de solos em diferentes profundidades antes e depois do período de chuvas em solos agrícolas e de mata nativa.

Profundidade	Antes da chuva		Depois da chuva	
	Área	Testemunha	Área	Testemunha
Alagoinha I				
0-20 cm	8,20	7,40	7,34	7,04
20-40 cm	8,20	7,25	7,44	6,90
Média	8,20	7,32	7,39	6,97
Alagoinha II				
0-20 cm	8,35	6,91	7,95	6,73
20-40 cm	8,09	6,76	8,16	6,70
Média	8,22	6,83	8,05	6,71
Riacho Grande I				
0-20 cm	7,96	7,41	8,01	7,90
20-40 cm	8,13	7,61	8,03	8,04
Média	8,04	7,51	8,02	7,97
Riacho Grande II				
0-20 cm	7,58	7,87	8,14	7,98
20-40 cm	7,68	8,32	8,32	8,15
Média	7,63	8,09	8,23	8,06
Assentamento Jurema				
0-20 cm	7,25	6,02	6,52	7,50
20-40 cm	7,18	5,70	6,90	7,62

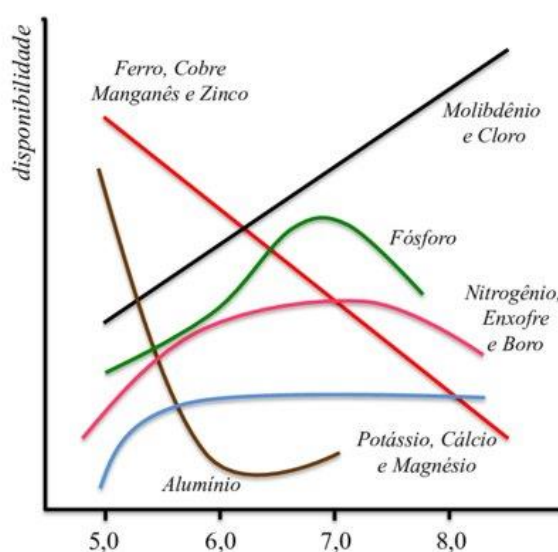
Média	7,21	5,86	6,71	7,56
--------------	------	------	------	------

Fonte: Autora (2022)

Os valores de pH indicaram solos alcalinos, apresentando altos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e baixos valores de acidez trocável ($\text{H}^+\text{+Al}$). Esse comportamento pode ser explicado pela utilização de resíduos orgânicos na produção agrícola como o esterco bovino que contribui para a redução dos teores de Al, e outros compostos como o Fe, através da elevação do pH do solo pela quelação dos íons por moléculas orgânicas (DAS et al., 2017; SUJA et al., 2017). Além disso, a região apresenta solos mais jovens, menos intemperizados, logo, espera-se que haja pouca incidência de alumínio.

Em solos alcalinos ocorre uma deficiência na disponibilidade de fósforo, como ocorreu neste caso, devido à formação de fosfato de cálcio. Nutrientes como o Ca, Mg e o K passam por um aumento nos seus teores e os micronutrientes por uma deficiência, com ressalvas ao molibdênio (MALAVOLTA, 1979).

Figura 6 – Disponibilidade de nutrientes em diferentes valores de pH do solo.



Fonte: Cotta, 2016

Após as chuvas o resultado se manteve próximo ao anterior apesar de não apresentar mais nenhuma média menor que 6, como anteriormente, excluindo a necessidade de correção do solo, mesmo assim, na maioria dos solos houve uma redução do pH. Das 20 amostras analisadas, apenas 03 apresentaram pH ácido, onde duas dessas pertenciam a propriedade Assentamento Jurema que possui solos mais arenosos, consequentemente, com maior

facilidade de lixiviação dos nutrientes, onde as bases como Ca, Mg e K tendem a diminuir e serem ocupadas com o H^+ , resultando em solos mais ácidos.

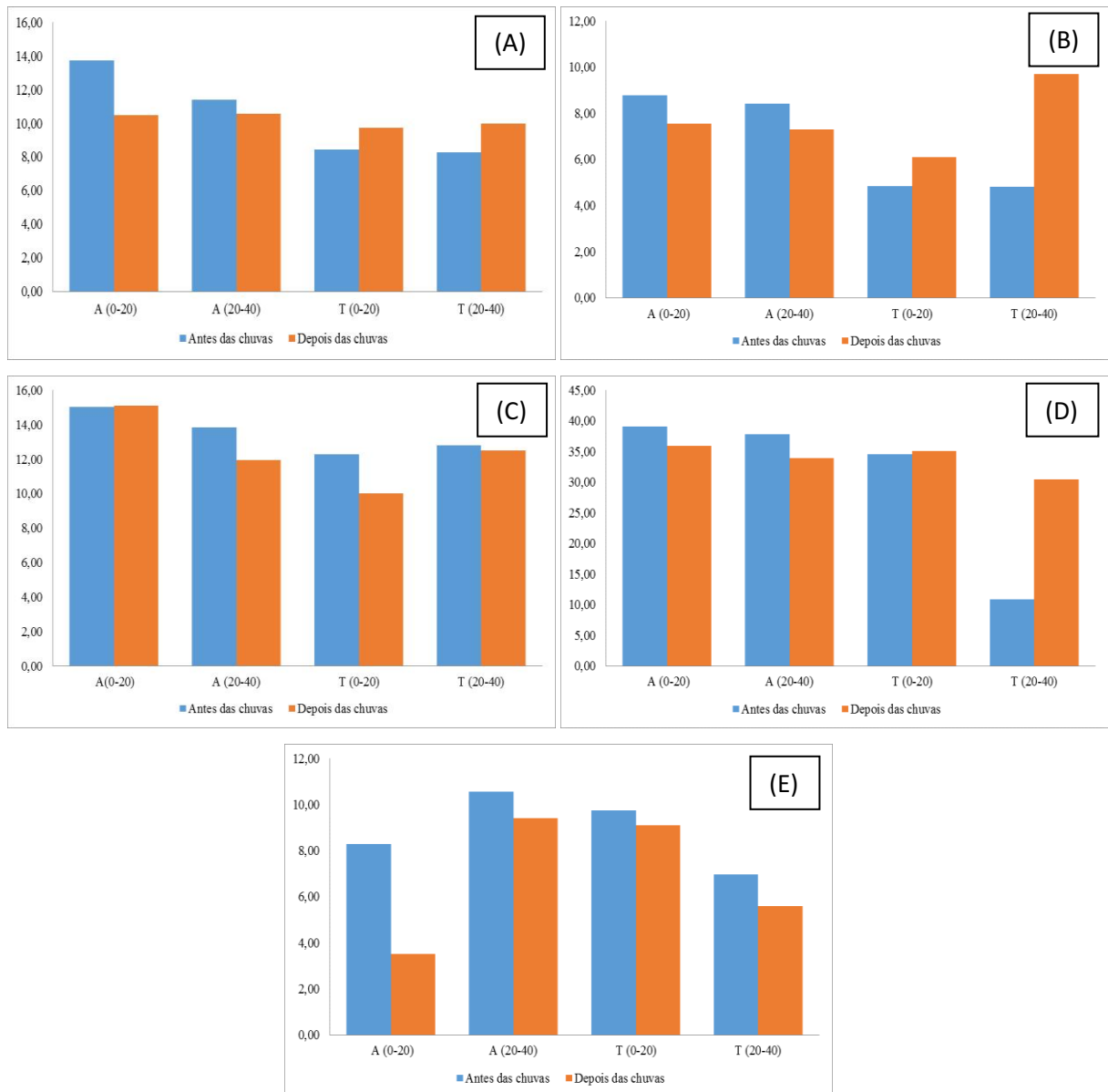
A baixa incidência de solos ácidos é um resultado positivo já que a disponibilidade do K em solos com pH abaixo de 7,0 fica prejudicada, tornando-o indisponível para o aproveitamento pelas plantas. Assim como o pH influencia na disponibilidade dos nutrientes, o melhor aproveitamento do potássio ocorre quando o pH do solo está acima de 5,5.

Solos que apresentam pH com valores baixos, com acidez elevada, geralmente apresentam-se pobres em bases como o cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) principalmente; com presença de alumínio tóxico em altos teores; além de alta fixação de fósforo (P) no solo (RONQUIM, 2010), fatores que diferiram dos resultados apresentados neste trabalho.

Em contrapartida, o pH acima de 7,0 pode prejudicar o uso do solo para atividades agrícolas, causando a imobilização de fósforo e a formação de sais solúveis com Ca e Mg, além de reduzir a disponibilidade de micronutrientes como Fe, Cu, Mn e Zn (DIAS; BLANCO, 2010).

A natureza da fração argila pode influenciar a determinação da disponibilidade de K no solo, por isso, fatores como a natureza dos minerais de argila e a CTC devem ser considerados (NACHTIGALL e RAIJ, 2005). Em relação à CTC, as amostras da propriedade Riacho Grande II obtiveram os maiores resultados (Figura 5). Na área agricultável a média antes da chuva foi de $38,43 \text{ cmol/dm}^3$ e depois da chuva de $34,91 \text{ cmol/dm}^3$, segundo Sobral *et al.* (2015) valores maiores do que 15 cmol/dm^3 indicam presença de argila 2:1 na fração argila.

Figura 7 – Valores de Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo em cmol/dm^3 nos períodos de coleta em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades: (A) Alagoinha I; (B) Alagoinha II; (C) Riacho Grande I; (D) Riacho Grande II; (E) Assentamento Jurema.



Fonte: Autora (2022)

Observando a classificação textural de Lemos & Santos (1996), os solos da propriedade foram identificados como argila, argila, franco argilo siltosa e franco argilosa, na área de 0-20 e 20-40 cm e testemunha na mesma profundidade, respectivamente. Solos ricos em matéria orgânica e argila possuem maior CTC e, conseqüentemente, maior capacidade adsorviva.

Segundo Nachtigall e Rajj (2005), estudos feitos em 11 solos do Rio Grande do Sul para as relações entre a produção relativa de trigo e a disponibilidade de K, resultaram em produções relativas máximas de trigo com diferentes teores de K no solo, de modo que quanto maior foi o teor de argila, maior foi o teor de K necessário para obter a máxima produção. Ainda segundo os autores, em outro estudo com a mesma cultura, mesma quantidade de solos

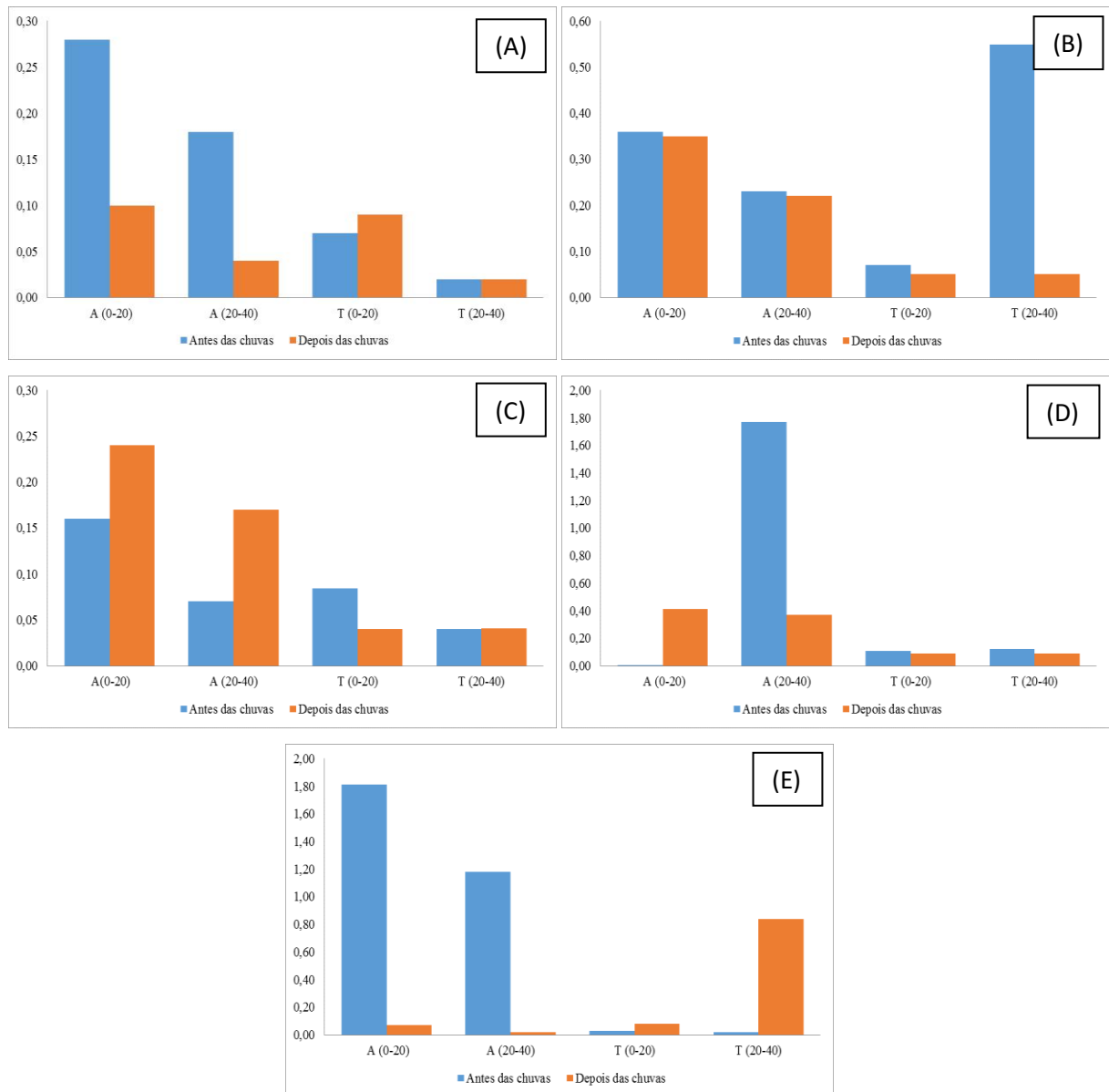
divididos em grupos de acordo com o tipo de argilo-mineral predominante e no mesmo estado, observou-se que a produção relativa máxima do trigo ocorreu nos solos com predomínio de argilo-minerais 2:1 obtida com teores mais altos de K do que nos solos nos quais predominam argilo-minerais 1:1.

A partir dos resultados da propriedade Riacho Grande II, o K também apresentou-se de maneira significativa se comparado as outras propriedades, demonstrando o poder da CTC em reter cátions nos coloides do solo, já que quanto maior a CTC, maior o número de cátions que este solo pode reter. Com isso, se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions como o K^+ , esse é um solo ideal para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^+ e Al^{3+} este será considerado um solo pobre (RONQUIM, 2010). Nesse caso, não foram encontrados resultados significativos para a presença de H^+ e Al^{3+} .

A Condutividade Elétrica (CE) está ligada diretamente ao teor de sais na solução do solo. Neste estudo, as CE mais elevadas ocorreram nas áreas de produção agrícola que, no período de estiagem utilizam água provenientes de poços rasos, devido a qualidade da água de irrigação utilizada ser inferior e sofrer influência do calcário da formação Jandaíra, possuindo altos teores de sais, e pela ligação direta da CE com a quantidade de sais presentes na solução do solo, proporcionou maiores teores de CE em superfície e subsuperfície nas áreas (A) (Figura 6).

Analisando os períodos em que os solos foram coletados, a CE apresentou-se maior antes das chuvas, ou seja, no momento em que os produtores faziam uso da água de irrigação. Segundo a classificação das águas usadas na irrigação quanto à salinidade citado por Richards (1954), as propriedades Alagoinha II, Riacho Grande I e Riacho Grande II apresentaram água de alta salinidade ($0,75 \text{ ds m}^{-1} < CE < 2,25 \text{ ds m}^{-1}$). Enquanto as propriedades Alagoinha I e Assentamento Jurema resultaram em água de salinidade muito alta ($CE > 2,24 \text{ ds m}^{-1}$), demonstrando os resultados já esperados para a qualidade da água utilizada na irrigação que é um fator limitante aos produtores da região já que a salinidade afeta as plantas em seu desempenho por meio do déficit de água, toxidez causada por íons e desequilíbrio nutricional (MUNNS; TERMAAT, 1986).

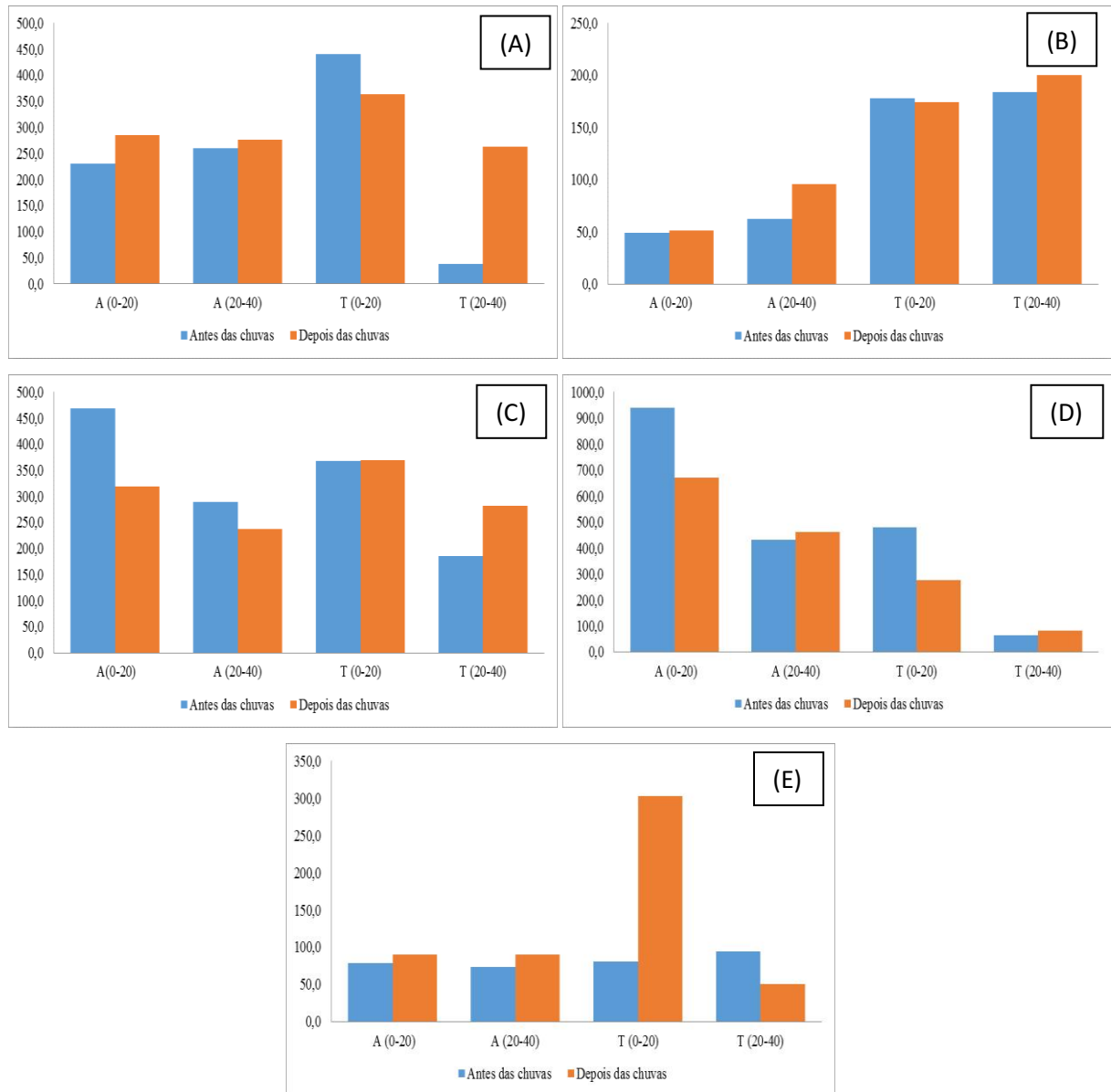
Figura 8 – Valores da Condutividade Elétrica (CE) do solo em dS/m^{-1} nos períodos de coleta em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades: (A) Alagoinha I; (B) Alagoinha II; (C) Riacho Grande I; (D) Riacho Grande II; (E) Assentamento Jurema.



Fonte: Autora (2022)

Comparando na mesma profundidade, 0-20 cm, as propriedades Alagoinha I, Alagoinha II e Assentamento Jurema decorreram de aumento nos teores de K após as chuvas (Figura 7). Nesse caso, a incidência da água das chuvas não foi significativa a ponto de diminuir os teores do nutriente nas áreas (A), que recebem incremento constante de materiais com altos teores de potássio, como ocorre com os talos de banana, as cinzas e o pó de rochas silicatadas ricas nesse nutriente. Enquanto nas propriedades Riacho Grande I e II o inverso aconteceu, havendo uma diminuição do nutriente. Nas duas situações houve um aumento nos teores de Ca passando de 8,00 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ para 8,50 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, antes e depois da chuva, em Riacho Grande I; e 9,32 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ para 22,0 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, antes e depois da chuva, em Riacho Grande II. Como o Ca é um cátion bivalente ocorre uma competição pelo mesmo sítio de troca que o K, onde o primeiro tem mais força de retenção e, diante disso, leva vantagem.

Figura 9 – Valores do Potássio (K) do solo em mg/dm^3 nos períodos de coleta em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades: (A) Alagoinha I; (B) Alagoinha II; (C) Riacho Grande I; (D) Riacho Grande II; (E) Assentamento Jurema.



Fonte: Autora (2022)

As testemunhas variaram, com 3 das 5 propriedades diminuindo os resultados, enquanto as outras 2, aumentaram. Queda esta que pode ser explicada através da não incorporação em quantidade do K, se comparada às áreas agricultáveis, logo, como nestes locais a vegetação é nativa a quantidade de matéria orgânica fornecida ao solo em regiões semiáridas é pequena.

As comunidades Alagoinha I, Riacho Grande I e Riacho Grande II, apresentaram disponibilidade de K no solo em mg/dm^3 muito alta (> 90), segundo Brasil *et al.* (2020) tanto em profundidade de 0-20cm como em 20-40cm nas áreas agricultáveis. A propriedade Assentamento Jurema apresentou nas duas profundidades, em área de manejo, teores de K muito alto após o período de chuva. Já a propriedade Alagoinha II apresentou disponibilidade média (41-60) e alta (61-90), em superfície e subsuperfície, antes da chuva, se mantendo na mesma classificação em superfície após a chuva, enquanto em subsuperfície acresceu para muito alta nas áreas. As altas taxas de K no solo podem aumentar as concentrações eletrolíticas na solução do solo prejudicando, consequentemente, a germinação e o desenvolvimento das raízes, além de dificultar a absorção de água pelo aumento da pressão osmótica externa das células (KAWAVATA *et al.*, 2017). Além disso, a presença em excesso do potássio no solo pode reduzir a absorção de Ca e Mg pelas plantas.

Analizando o caso da propriedade Riacho Grande II, uma especificidade influencia nos altos resultados de potássio encontrados. O solo da localidade é extremamente raso com bastante afloramento rochoso. Rochas com grandes quantidades de elementos nutrientes podem originar solos férteis, enquanto solos derivados de rochas pobres serão inevitavelmente de baixa fertilidade (LIMA; LIMA, 2007). Ainda segundo Lima e Lima (2007), regiões áridas e semiáridas possuem solos menos intemperizados, mais rasos, de melhor fertilidade e, geralmente, pedregosos, de maneira semelhante ao que ocorreu neste caso.

Em 4 das 5 propriedades analisadas (Alagoinha I, Riacho Grande I, Riacho Grande II e Assentamento Jurema), os teores de K foram maiores na camada superficial, isso geralmente ocorre pois há o acúmulo de matéria orgânica em superfície devido ao manejo utilizado pelos produtores. Como no sistema de cultivo orgânico utiliza-se muita matéria orgânica, como esterco animal, compostagem e biofertilizantes o acúmulo de nutrientes nesses compostos acaba sendo liberado nas camadas superficiais quando se decompõe. A adição de matéria orgânica melhora a retenção de água, aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas e reduz o impacto causado pelo revolvimento constante e intenso do solo, frequente na produção de hortaliças (BRETZEL *et al.* 2016). Principalmente nas propriedades Riacho Grande I e Alagoinha I que não utilizam canteiros para a produção agrícola, esse acúmulo se torna mais evidente, diferentemente das outras propriedades que utilizam canteiros para o cultivo e fazem revolvimentos constantes após cada término de ciclo das culturas.

Em profundidade, 20-40 cm, as comunidades apresentaram teores de K muito próximos, apesar da maioria apresentar teores abaixo da camada superficial, de 0-20 cm. A propriedade Assentamento Jurema, para exemplificar, apresentou teores de $78,4 \text{ mg/dm}^3$ e

73,3 mg/dm³ antes das chuvas e teores de 90,4 mg/dm³ após as chuvas bastante próximos entre as profundidades. Como o potássio é um nutriente com menor densidade de carga, facilmente lixiviado, se movimenta com facilidade no perfil do solo, indo para as camadas mais profundas, mantendo os teores nas camadas mais superficiais altos devido à constante incorporação de matéria orgânica pelos produtores agroecológicos. Criando, assim, um ciclo que mantém as camadas do perfil do solo com teores significativos de K. Além disso, a propriedade apresenta solos de classe textural areia franca e franco arenosa (Tabela 3), em superfície e subsuperfície, o que proporciona maior capacidade de lixiviação de nutrientes.

Tabela 3 – Classe textural dos solos nas comunidades para área e testemunha.

Profundidade (cm)	Comunidade	A	T
0-20	Alagoinha I	Franco argilo arenosa	Franco argilo arenosa
20-40		Franco argilo arenosa	Argila arenosa
0-20	Alagoinha II	Areia franca	Areia franca
20-40		Franca	Franco arenosa
0-20	Riacho Grande I	Franco argilo arenosa	Franco argilo arenosa
20-40		Argila arenosa	Franco argilo arenosa
0-20	Riacho Grande II	Argila	Franco argilo siltosa
20-40		Argila	Franco argilosa
0-20	Assentamento Jurema	Areia franca	Areia
20-40		Franco arenosa	Areia franca

Fonte: Autora (2022)

Segundo Rosolem et al. (2006), em estudo sobre a lixiviação do potássio aplicado sobre palha de milho, os ácidos orgânicos liberados pela palha na superfície do solo podem ter funcionado como ligantes, agindo na maior retenção do K nas camadas superficiais do solo, minimizando sua lixiviação. Como esses ácidos desempenham funções de grande importância na relação solo-planta e, devido ao manejo utilizado pelos produtores de grande incorporação de matéria orgânica nas áreas de produção, a decomposição desse material favorece o aparecimento desse tipo de ácido no solo, podendo proporcionar uma maior retenção do K no solo em áreas agricultáveis.

Analisando as áreas de testemunhas (T) que são compostas por mata nativa e não sofrem ação antrópica, houve uma diminuição dos teores de K na camada de 0-20cm após o período das chuvas. Esse decréscimo pode ocorrer devido a presença da água das chuvas, já

que a lixiviação do K depende de fatores como o teor de nutriente na solução e da quantidade de água percolada através do perfil do solo. A concentração de K na solução do solo pode ser interferida pela CTC e pela força de adsorção desse nutriente pelo solo (ROSOLEM et al., 2006).

Outro fator que corrobora com a lixiviação do K da camada superficial para camadas mais subsuperficiais nas áreas de testemunha, foi o aumento do nutriente em profundidade após o período chuvoso da região. Na propriedade Alagoinha I, houve uma diminuição na camada de 0-20cm de 441,3 mg/dm³ para 364,3 mg/dm³ entre os períodos de seca e chuva, respectivamente, enquanto na camada de 20-40cm houve um acréscimo de 38,1 mg/dm³ para 263,6 mg/dm³ após as chuvas. O potássio pode passar de sua forma trocável para a não trocável de maneira rápida, a depender da sua concentração na solução do solo, possibilitando a ocorrência de perdas por lixiviação das formas inicialmente não disponíveis, devido à tendência natural de equilíbrio do solo (ROSOLEM et al., 2006). Isso ocorre devido a disponibilidade do nutriente que depende da forma em que ele está presente e da quantidade que cada forma o armazenou (MCLEAN; WATSON, 1985; NACHTINGALL; VALL, 1991).

5 CONCLUSÃO

Os solos das comunidades rurais apresentaram teores elevados de K, tanto em superfície como em subsuperfície, com a camada de 0-20 cm se destacando.

As camadas subsuperficiais apresentaram grandes concentrações de K de 20-40 cm devido a movimentação do nutriente no perfil do solo, mantendo os teores na superfície elevados através da grande incorporação de matéria orgânica proporcionada pelo manejo agroecológico.

A ação da chuva não influenciou fortemente a lixiviação do nutriente, apesar dela ter contribuído para manter os teores do K altos em profundidade.

Quanto aos outros fatores analisados, o pH resultou em solos alcalinos que são mais eficientes na disponibilização de nutrientes como o K, se comparados à solos ácidos, que prejudicam a disponibilidade do K em solos com $\text{pH} < 7,0$. A CE apontou aumento no período em que os produtores fazem uso da água de irrigação, devido as águas serem de alta salinidade e salinidade muito alta. Em relação à CTC, os teores apresentaram coerência para solos que recebem incorporação frequente de matéria orgânica, pois estes possuem maior capacidade de manter os cátions como o K no solo.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Maria *et al.* Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. Manejo de Água e Solo. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 59-64, abr. 2004. DOI: 10.1590/S1415-43662004000100009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/s5nDLMt3LVKzXg6SwMnQ4FS/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 25 ago. 2022.
- BRASIL. 2007. Ministério do Meio Ambiente. Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Brasília, DF 134p. il.
- BRASIL, E.C.; CRAVO, M.D.S.; VIÉGAS, I.D.J.M. Recomendação de calagem e adubação para o Estado de Pará. 2ª. ed. Brasília, DF: Embrapa, v. 1, 2020. 424p.
- BRASILEIRO, Robson S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, Recife, v. 5, n. 5, p. 1-11, mai. 2009. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/629/290>>. Acesso em: 25 set. 2022.
- BRASIL, N. M. Contaminação do solo por metais pesados pelo uso de resíduos orgânicos: principais conquistas e desafios. Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos. Vitória – ES. 2009.
- Bretzel, F., Vannucchi, F., Romano, D., Malorgio, F., Benvenuti, S., & Pezzarossa, B. (2016). Wildflowers: From conserving biodiversity to urban greening—A review. *Urban Forestry and Urban Greening*, 20, 428-436. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.10.008>
- BRITO, L. T. et al. **Cisternas domiciliares: água para consumo humano.** In: _____. **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro.** Petrolina: EMBRAPA, 2007. p. 179.
- COTTA, Simone Raposo. **O solo como ambiente para a vida microbiana.** In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. Microbiologia do solo. 2. ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/311583797_Transformacoes_do_carbono_no_solo>. Acesso em: 27 nov. 2022.
- CUNHA, Tony Jarbas Ferreira *et al.* **Principais solos do Semiárido tropical brasileiro:** caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação.* Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/861913>>. Acesso em: 24 ago. 2022.

CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. CAVALCANTI, A. C. Solos do Submédio do Vale do São Francisco: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 60 p. il. (Embrapa Semi- Árido. Documentos, 211).

CURIONE, Ricardo. Tendências no mercado global de fertilizantes. **GlobalFert**, 2021. Disponível em: <https://globalfert.com.br/colunistas/tendencias-no-mercado-global-de-fertilizantes/>. Acesso em: 04 ago. 2022.

DAS, A.; PATEL, D. P.; KUMAR, M.; RAMKRUSHNA, G. I.; MUKHERJEE, A.; LAYEK, J.; NGACHAN, S. V.; BURAGOHAIN, J. Impact of seven years of organic farming on soil and produce quality and crop yields in eastern Himalayas, India. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. v. 236, p. 142–153, 2017.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo de salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2010. p. 130-141. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35155/1/Efeitos0002.pdf>>. Acesso em 10 ago. 2022.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M. Soil health and sustainability. In: SPARKS, D.L. (Org.) *Advances in Agronomy*. San Diego: Academic Press, 1996. p. 1-54.

HAYWARD, H. E.; WADLEIGH, C.E. Plant growth on saline and alkali soils. *Adv. In Agronomy*, 1:1-38, 1949.

IFRN. **Mapa RN gif**. <<https://portal.ifrn.edu.br/servicos/arquivos/mapa-rn.gif/view>>. Acesso em: 17 set. 2022.

KAWAVATA, C. K. H.; FOIS, D. A. F.; COPPO, J. C.; NETO, A. A. Influência de doses e de duas fontes de potássio no sistema radicular do milho e na condutividade elétrica no solo. *Investigación Agraria*. v. 19, n. 1, p. 28-34, 2017.

LEMOS, R. C. de. e SANTOS, R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, Campinas-SP, 1996.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R. Formação do solo. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. O solo no meio ambiente: abordagem para professores de ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. Disponível em: <http://www.mrlima.agrarias.ufpr.br/SEB/arquivos/formacao_solo.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2022.

LOPES, A. S. Mineralogia do potássio em solos do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1982, Londrina. **Anais...** Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1982. p. 51-65.

McBride MB (1995) Environmental chemistry of soils. New York, Oxford University Press. 416p.

MCLEAN, E.D. & WATSON, M.E. Soil measurement of plant available potassium. In: MUNSON, R. D., ed. Potassium in agriculture. Madison, American Society of Agronomy, 1985. p.277-308.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. Editora Agronomia Ceres, 4º Edição, São Paulo, p. 255, 1979.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
MELO FILHO, J. F.; SOUZA, A. L. V. O manejo e a conservação do solo no Semiárido baiano: desafios para a sustentabilidade. Salvador, v. 7, n. 3, p. 50-60, nov. 2006.

Menezes, R. S. C.; Sampaio, E. V. de S. B. Agricultura sustentável no semi-árido nordestino. In: Oliveira, T. S.; Romero, R. E.; Assis Jr., R. N.; Silva, J. R. C. S., (eds). Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: SBCS/UFC, 2000. p.20-46.
MUNNS, R. & TERMATT, A. 1986. Whole plant responses to salinity. Australian Journal of Plant Physiology, 13: 143-160.

NACHTIGALL, G. R.; RAIJ, B. van. Análise e interpretação do potássio no solo. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2., 2004, São Pedro, SP. Potássio na agricultura brasileira: anais.. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005.

NASCIMENTO, M. et al. Agrominerais: potássio. In: LUZ, A. et al. Rochas e minerais industriais. 2. ed. Rio de Janeiro: Cetem, 2008. p. 175-205. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1097/1/08%20POT%C3%81SSIO_capitulo%20de%20revis%C3%A3o%20para%20o%20Ad%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2022.

Nota conjunta sobre os agrotóxicos. ABRASCO, 2013. Disponível em: <<https://www.abrasco.org.br/site/noticias/saude-da-populacao/nota-conjunta-contra-os-agrotoxicos-fiocruz-inca-abrasco/1221/>>. Acesso em: 26 nov. 2022.

Oliveira, F. C.; Matiazzi, M. E.; Marciano, C. R.; Rosseto, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, n.3, p.505-519, 2002.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, v. 38, n.2, p. 358-364, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/5DBXBt9DKkjmhvwtM6yxQBJ/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 02 ago. 2022.

REBOUÇAS, A. Potencialidade de água subterrânea no Semiárido brasileiro. In. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9., 1999 [Petrobrás]. Anais... Petrobrás, 1999.

RIBEIRO, M. R.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GALINDO, I. C. L. Os solos e o processo de desertificação no Semiárido brasileiro. , Viçosa, MG, n. 6, p. 319- 412. 2009.

RICHARDS, L.A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory., 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

RONQUIM, C.S. 2010. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. EMBRAPA, Campinas.

ROSOLEM, C. A.; GARCIA, R. A.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Lixiviação do potássio no solo de acordo com suas doses aplicadas sobre palha de milho. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, 30:813-819, out. 2006.

SA, Iêdo Bezerra *et al.* **Processos de desertificação no Semiárido brasileiro**. In: SA, I. B.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria Orgânica do Solo no Bioma Caatinga. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2010. p. 419- 441.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; FILHO, J. C. A.; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SCHROEDER, D. Relationship between soil potassium and the potassium nutrition of the plant. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE, 11., 1978, Bern: Proceedings... Bern: International Potash Institute, 1979, p. 53-63.

SILVA FILHO, S. B. da; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A. de; LIMA, E. M. de; COSTA, J. R. M. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E ACÚMULO DE SAIS NO SOLO PELA IRRIGAÇÃO. **IRRIGA**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 101–109, 2000. DOI: 10.15809/irriga.2000v5n2p101. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3472>. Acesso em: 25 ago. 2022.

SOBRAL, L. F.; BARRETO, M. C. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solo**. 1. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros

Costeiros, 2015. Disponível em:
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1042994/1/Doc206.pdf>>.
Acesso em: 16 ago. 2022.

SUDENE. Portal do Governo Brasileiro, 2017. Delimitação do semiárido. Disponível em:
<<http://antigo.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso em: 11 set. 2022.

SUJA, G.; BYJU, G.; JYOTHI, A. N.; VEENA, S. S.; SREEKUMAR, J.; Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming intaro. *Scientia Horticulturae*. v. 218, p. 334–343, 2017.

VEZZANI, F.M. Qualidade do sistema solo na produção agrícola. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 184p. (Tese de Doutorado)

APÊNDICE A – Análise química do solo em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades Alagoinha I, Alagoinha II, Riacho Grande I, Riacho Grande II e Assentamento Jurema antes das chuvas.

IDENTIFICAÇÃO	pH (água)	CE dS/m	P	K ⁺ mg/dm ³	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al) cmolc/dm ³	SB	t	CTC	V	m %	PST
Alagoinha I (A) - 0-20	8,20	0,28	11,5	229,8	106,9	9,18	3,52	0,00	0,00	13,75	13,75	13,75	100	0	3
Alagoinha I (A) - 20-40	8,20	0,18	0,4	260,0	98,0	5,87	4,43	0,00	0,00	11,39	11,39	11,39	100	0	4
Alagoinha I (T) - 0-20	7,40	0,07	13,3	441,3	13,9	6,45	0,80	0,00	0,00	8,43	8,43	8,43	100	0	1
Alagoinha I (T) - 20-40	7,25	0,02	4,0	38,1	15,8	6,05	2,05	0,00	0,00	8,26	8,26	8,26	100	0	1
Alagoinha II (A) - 0-20	8,35	0,36	7,0	49,2	153,5	4,50	3,50	0,00	0,00	8,79	8,79	8,79	100	0	8
Alagoinha II (A) - 20-40	8,09	0,23	14,4	62,2	106,9	4,70	3,10	0,00	0,00	8,42	8,42	8,42	100	0	6
Alagoinha II (T) - 0-20	6,91	0,07	0,7	178,3	10,9	2,40	1,40	0,00	0,53	4,30	4,30	4,83	89	0	1
Alagoinha II (T) - 20-40	6,76	0,55	0,4	184,1	10,9	2,30	1,50	0,00	0,51	4,31	4,31	4,82	89	0	1
Riacho Grande I (A) - 0-20	7,96	0,16	47,8	468,5	57,4	8,00	5,59	0,00	0,00	15,04	15,04	15,04	100	0	2
Riacho Grande I (A) - 20-40	8,13	0,07	6,6	289,2	137,6	8,40	4,12	0,00	0,00	13,86	13,86	13,86	100	0	4
Riacho Grande I (T) - 0-20	7,41	0,08	1,9	367,8	23,8	6,40	4,83	0,00	0,00	12,27	12,27	12,27	100	0	1
Riacho Grande I (T) - 20-40	4,61	0,04	5,8	185,1	26,7	7,90	3,87	0,00	0,43	12,36	12,36	12,79	97	0	1
Riacho Grande II (A) - 0-20	7,58	0,00	160,1	938,6	689,1	9,32	24,38	0,00	0,00	39,09	39,09	39,09	100	0	8
Riacho Grande II (A) - 20-40	7,68	1,77	112,3	431,2	722,7	8,70	24,84	0,00	0,00	37,78	37,78	37,78	100	0	8
Riacho Grande II (T) - 0-20	7,87	0,11	0,3	479,5	22,7	8,64	24,56	0,00	0,00	34,52	34,52	34,52	100	0	0
Riacho Grande II (T) - 20-40	8,32	0,12	0,1	64,3	26,7	9,80	0,80	0,00	0,00	10,88	10,88	10,88	100	0	1
Assentamento Jurema (A) - 0-20	7,25	1,81	13,1	78,4	51,5	4,80	3,06	0,00	0,00	8,28	8,28	8,28	100	0	3
Assentamento Jurema (A) - 20-40	7,18	1,18	3,3	73,3	37,6	7,39	2,82	0,00	0,00	10,56	10,56	10,56	100	0	2
Assentamento Jurema (T) - 0-20	6,02	0,03	0,4	80,4	11,9	8,70	0,80	0,00	0,00	9,76	9,76	9,76	100	0	1
Assentamento Jurema (T) - 20-40	5,70	0,02	2,4	94,5	11,9	0,74	5,93	0,00	0,00	6,96	6,96	6,96	100	0	1

Fonte: Autora (2022)

APÊNDICE B – Análise química do solo em profundidade, na área agrícola e testemunha das comunidades Alagoinha I, Alagoinha II, Riacho Grande I, Riacho Grande II e Assentamento Jurema depois das chuvas.

IDENTIFICAÇÃO	pH (água)	CE dS/m	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	t	CTC	V	m	PST
			----- mg/dm ³ -----	----- cmolc/dm ³ -----									----- % -----		
Alagoinha I (A) - 0-20	7,34	0,10	1,0	285,8	11,9	5,78	3,92	0,00	0,00	10,48	10,48	10,48	100	0	0
Alagoinha I (A) - 20-40	7,44	0,04	0,3	276,7	12,9	6,20	3,60	0,00	0,00	10,56	10,56	10,56	100	0	1
Alagoinha I (T) - 0-20	7,04	0,09	1,0	364,3	14,9	6,20	2,00	0,00	0,56	9,19	9,19	9,75	94	0	1
Alagoinha I (T) - 20-40	6,90	0,02	1,8	263,6	13,9	3,75	4,25	0,00	1,24	8,73	8,73	9,97	87	0	1
Alagoinha II (A) - 0-20	7,95	0,35	180,4	51,2	73,3	4,60	2,50	0,00	0,00	7,54	7,54	7,54	100	0	4
Alagoinha II (A) - 20-40	8,16	0,22	4,6	95,5	105,9	4,50	2,10	0,00	0,00	7,30	7,30	7,30	100	0	6
Alagoinha II (T) - 0-20	6,73	0,05	1,9	174,1	18,8	3,10	0,80	0,00	1,67	4,42	4,42	6,09	72	0	1
Alagoinha II (T) - 20-40	6,70	0,05	5,9	200,2	27,7	4,60	3,00	0,00	1,49	8,23	8,23	9,71	84	0	1
Riacho Grande I (A) - 0-20	8,01	0,24	38,9	319,4	170,3	8,50	5,04	0,00	0,00	15,10	15,10	15,10	100	0	5
Riacho Grande I (A) - 20-40	8,03	0,17	5,6	236,9	127,7	8,43	2,35	0,00	0,00	11,94	11,94	11,94	100	0	5
Riacho Grande I (T) - 0-20	7,90	0,04	9,3	369,8	18,8	8,20	0,80	0,00	0,00	10,03	10,03	10,03	100	0	1
Riacho Grande I (T) - 20-40	8,04	0,04	7,8	281,2	20,8	7,40	4,29	0,00	0,00	12,50	12,50	12,50	100	0	1
Riacho Grande II (A) - 0-20	8,14	0,41	5,8	672,4	336,6	22,00	10,70	0,00	0,00	35,88	35,88	35,88	100	0	4
Riacho Grande II (A) - 20-40	8,32	0,37	17,4	461,0	498,0	21,20	9,40	0,00	0,00	33,94	33,94	33,94	100	0	6
Riacho Grande II (T) - 0-20	7,98	0,09	4,6	275,7	27,7	24,60	9,70	0,00	0,00	35,12	35,12	35,12	100	0	0
Riacho Grande II (T) - 20-40	8,15	0,09	0,8	82,4	27,7	28,30	1,80	0,00	0,00	30,43	30,43	30,43	100	0	0
Assentamento Jurema (A) - 0-20	6,52	0,07	0,3	90,4	14,9	0,75	2,45	0,00	0,00	3,50	3,50	3,50	100	0	2
Assentamento Jurema (A) - 20-40	6,90	0,02	127,3	90,4	12,9	5,76	3,37	0,00	0,00	9,42	9,42	9,42	100	0	1
Assentamento Jurema (T) - 0-20	7,50	0,08	0,6	302,9	214,8	4,20	3,20	0,00	0,00	9,11	9,11	9,11	100	0	10
Assentamento Jurema (T) - 20-40	7,82	0,84	2,0	50,2	220,8	4,30	0,20	0,00	0,00	5,59	5,59	5,59	100	0	17

Fonte: Autora (2022)

APÊNDICE C – Análise química de água para fins de irrigação nos períodos de coleta das comunidades Alagoinha I, Alagoinha II, Riacho Grande I, Riacho Grande II e Assentamento Jurema.

IDENTIFICAÇÃO	Tipo de amostra	pH (água)	CE dS/m	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	CO3 ²⁻	HCO3 ³⁻	Dureza mg/L	Cátions	ânions
				mmol _e /L								mmol _e /L	
Antes das chuvas													
Alagoinha I	Água	7,8	4,1	5	6	10	5,5	15,5	3,2	0	775	26,5	18,7
Alagoinha II	Água	7,9	2,19	3,2	19,9	5,5	10	8,5	3,8	0,2	775	38,6	12,5
Riacho Grande I	Água	7,8	1,43	1,5	10,4	5	10	5	5,5	0,4	750	26,9	10,9
Riacho Grande II	Água	7,6	1,9	3,5	15,4	4,5	9	7	4,4	0,4	675	32,4	11,8
Assentamento Jurema	Água	7,6	6,68	2,5	6,8	29,5	18,5	21	3,3	0	2400	57,3	24,3
Depois das chuvas													
Alagoinha I	Água	7,6	3,75	7,1	5,6	8,8	6,5	14	4,9	0,1	765	28	19
Alagoinha II	Água	7,4	2,08	4,5	21,4	9,4	1,9	8	4,6	0,2	565	37,2	12,8
Riacho Grande I	Água	7,3	1,48	11,1	10,2	6,5	5,5	5	4,9	0,3	600	33,3	10,2
Riacho Grande II	Água	7,6	2,05	3,7	16,7	6,7	8,8	8	5,1	0,3	775	35,9	13,4
Assentamento Jurema	Água	7,4	6,76	2,3	6,5	29,5	17,7	31	3,9	0,1	2360	56	35

Fonte: Autora (2022)