



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB



CAMILLA TORRES PEREIRA

**INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NA
PRODUÇÃO DE MUDAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA**

PATOS-PB

2022

CAMILLA TORRES PEREIRA

**INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NA
PRODUÇÃO DE MUDAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a Joedla Rodrigues de Lima

Coorientador (a): Prof^a. Dr^a Vilma Maria dos Santos

PATOS - PB

2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado Bibliotecas – SISTEMOTECA/UFCG

P436v

Pereira, Camilla Torres

Influência do substrato e inoculação micorrízica na produção de mudas para a agricultura familiar campesina / Camilla Torres Pereira. – Patos, 2022. 96 f.

Orientadora: Joedla Rodrigues de Lima.

Coorientadora: Vilma Maria dos Santos.

Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Curso de Mestrado em Ciências Florestais.

1. Biofertilizantes. 2. Agricultura Familiar. 3. Conservação do Solo. I. Lima, Joedla Rodrigues de, *orient.* II. Título.

CDU 633

Bibliotecário-documentalista: Bárbara Costa – CRB-15/806

CAMILLA TORRES PEREIRA

**INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NA
PRODUÇÃO DE MUDAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos-PB, na Área de Ecologia. Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Aprovada em: 15 de Agosto de 2022

Profa. Dra. Joedla Rodrigues de Lima
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)

Profa. Dra. Vilma Maria dos Santos
Universidade Federal de Campina Grande
(Coorientadora)

Prof. Dr. Irenaldo Pereira de Araújo
Ação Social Diocesana de Patos-PB
(1º Examinador)

Profa. Dra. Patrícia Carneiro Souto
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(2º Examinadora)

PATOS — PB

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado ao longo da minha vida, por sempre estar comigo nos dias bons e nos ruins também. Por sempre caminhar ao meu lado e me manter firme ao longo desse caminho com saúde e forças para chegar até o final.

À minha família, em especial à minha mãe Gisleide e à minha irmã Estella, pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida.

À professora Joedla Lima, por aceitar minha orientação. Sou grata pelos ensinamentos, pela prestatividade e pela compreensão, fundamentais para a concretização deste trabalho.

À professora Vilma Santos, por me coorientar. Sou grata pelo incentivo, pelos ensinamentos, pela dedicação do seu tempo, pela confiança e contribuição na minha formação pessoal e profissional.

A José Francisco, Maria Estella, Bruno Lucena e Amanda Freitas pela disponibilidade e ajuda na fase experimental do trabalho. Vocês foram fundamentais para a realização dessa pesquisa.

A todos os professores do PPGCF, em especial a Vilma, Joedla, Patrícia, Naelza e Ivonete pelos ensinamentos transmitidos durante as disciplinas. Aos professores Diércules Santos pela partilha de conhecimento, Luciana Mendonça, Antônio Lucineudo e Viviane Farias pelo espaço cedido em casa de vegetação.

Ao secretário Paulo César, técnico José Aminthas, seu Antônio e Valter do viveiro florestal, Zé Ferreira, Damião e demais funcionários da UFCG/CSTR, por toda contribuição e por tornarem os dias mais leves.

Aos agricultores da comunidade São Francisco - Teixeira/PB a Ação Social Diocesana de Patos (ASDP) em especial ao Júnior Leite que nos apresentou a comunidade. Ao laboratório de Microbiologia Geral (UAEF/CSTR), Laboratório de solos e água (LASAG), Laboratório de Bioquímica (UACB/CSTR), Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA/UNIVASF) por toda contribuição neste estudo.

Aos membros da banca examinadora, por participarem deste trabalho e por suas contribuições.

A todos aqueles, que brindaram comigo os seus inestimáveis apoios em momentos distintos, o meu reconhecido e carinhoso muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1 – Sete eixos que estão estruturados à década da agricultura familiar.....16

CAPÍTULO I

Figura 2 – Localização da comunidade São Francisco localizada no município de Teixeira-PB.....44

Figura 3 – Precipitação mensal acumulada do período de condução da pesquisa (ano de 2021), na região de Teixeira-PB.....45

Figura 4 – Aplicação de questionários para agricultores na comunidade São Francisco, Teixeira-PB (A, B, C e D)46

Figura 5 – Extensão das propriedades das famílias entrevistadas em hectares, na comunidade São Francisco/Teixeira/PB.....51

Figura 6 – Práticas orgânicas na comunidade São Francisco, Teixeira/PB. A (placa indicativa do espaço para armazenamento das sementes), B (depósitos utilizados para armazenar as sementes), C (composteira artesanal), D (depósito para armazenamento de defensivos naturais)54

CAPÍTULO II

Figura 7 – Atividade das enzimas β -glicosidase, fosfatase e arilsulfatase para o solo natural e solo autoclavado.....81

Figura 8 – Análise de ordenação multivariada com base no conjunto de dados das propriedades microbiológicas, químicas e as características de desenvolvimento das mudas.....82

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Hortaliças, Frutíferas e Grãos mais encontrados na comunidade São Francisco/Teixeira/PB.....	50
--	----

CAPÍTULO II

Tabela 2 – Características químicas do solo coletado na comunidade São Francisco/Teixeira/PB.....	67
--	----

Tabela 3 – Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) inoculados nas mudas de <i>Spondias tuberosa</i> (umbuzeiro)	67
--	----

Tabela 4 – Características químicas do vermicomposto utilizado nas mudas de umbuzeiro.....	68
---	----

Tabela 5 – Altura das mudas de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>) em solo autoclavado (SA) e solo natural (SN) aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio.....	72
---	----

Tabela 6 – Diâmetro das mudas de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>) em solo autoclavado (SA) e solo natural (SN) aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio.....	73
---	----

Tabela 7 – Número de folhas das mudas de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>) em solo autoclavado (SA) e solo natural (SN) aos 30, 60, 90 e 120 dias após plantio.....	74
---	----

Tabela 8 – A Massa fresca da parte aérea (MFPA), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa fresca da raiz (MFRA), Massa seca da raiz (MSRA) e Estimativa da Área foliar (EAF) das mudas de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>) em solo autoclavado e natural.....	75
---	----

Tabela 9 – Características químicas do solo autoclavado e natural usado na produção de das mudas de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>)	77
---	----

Tabela 10 – Características biológicas do solo autoclavado e natural das mudas de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>)	79
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Semiárido brasileiro	13
2.2 Agricultura familiar campesina e o semiárido brasileiro	14
2.3 Agroecologia para o semiárido.....	17
2.4 <i>Spondias tuberosa</i> Arruda Câmara (Umbuzeiro)	19
2.5 Vermicompostagem	20
2.6 Fungos Micorrízicos arbusculares (FMAs).....	22
2.7 Saúde do solo.....	23
REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 1: PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA EM COMUNIDADE NO MUNÍCIOPIO DE TEIXEIRA-PB.....	39
1 INTRODUÇÃO	42
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
2.1 Caracterização da área de estudo	43
2.2 Coleta de dados	45
2.3 Análise dos Dados	47
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4 CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS	57
CAPÍTULO 2: EFEITO DA APLICAÇÃO DE VERMICOMPOSTO E DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm. E BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO	62
1 INTRODUÇÃO	65
2 MATERIAL E MÉTODOS	66
2.1 Área de estudo.....	66
2.2 Coleta e preparo do solo.....	66
2.3 Obtenção das mudas.....	67
2.4 Obtenção dos isolados de FMAs.....	67
2.5 Caracterização do Vermicomposto	68
2.6 Montagem do experimento e Delineamento experimental	68
3 AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO	69
3.1 Material Vegetal	69
3.2 Características do solo	69

3.2.1 Propriedades químicas	69
3.2.2 Propriedades microbiológicas	70
3.3 Avaliação Micorrízica	70
3.3.1 Número de glomerosporos	70
3.4 Análise dos dados.....	71
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
5 CONCLUSÕES.....	83
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE A - Distribuição de mudas de <i>Spondias tuberosa</i> (Umbuzeiro) na comunidade São Francisco – Teixeira – PB	91
APÊNDICE B - Mudas de <i>Spondias tuberosa</i> em Solo natural	92
APÊNDICE C - Mudas de <i>Spondias tuberosa</i> em Solo autoclavado.....	92
APÊNDICE D - Questionário Social e Ambiental.....	93
APÊNDICE E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	95

PEREIRA, Camilla Torres. **Influência do substrato e inoculação micorrízica na produção de mudas para a agricultura familiar campesina**, 2022. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2022. 96p.

RESUMO

Na região semiárida brasileira, fatores ambientais limitam a produtividade, por isso a utilização de práticas sustentáveis que contribuem para o aumento da produção agrícola e florestal é de extrema relevância. Assim, esse estudo objetivou avaliar as dificuldades enfrentadas por agricultores familiares na conservação do solo e na produção agroecológica, bem como avaliar os efeitos do vermicomposto e dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na produção de mudas de *Spondias tuberosa* e na qualidade do solo. Para isso, foi aplicado um questionário socioambiental (21 perguntas) aos agricultores da comunidade São Francisco, Teixeira-PB e realizados experimentos com *S. tuberosa* em casa de vegetação da UFCG, Patos-PB. Os experimentos foram realizados em condição do solo autoclavado (SA) e solo natural (SN). O delineamento em cada experimento foi inteiramente casualizado com seis tratamentos: três doses de vermicomposto (V0%, V25% e V50%), dois tratamentos de inoculação de FMA (com inoculação e sem inoculação) e cinco repetições. Foram avaliados altura, diâmetro, número de folhas, MSPA, MSRA, MFPA, MFRA e a estimativa da área foliar. Para as amostras do solo, avaliaram-se as características químicas (pH, P, K⁺, Na, Ca²⁺+Mg²⁺, H+Al³⁺, carbono orgânico) e microbiológicas (RBI, RBS, CBM, qCO₂, qMIC, atividade da β -glicosidase, fosfatase, arilsulfatase e número de glomerosporos). Os resultados obtidos a partir do questionário socioambiental mostraram que 87,5% dos agricultores sempre residiram na comunidade e que todos os entrevistados possuem a posse da terra. Em relação à produção agroecológica, os agricultores consideram que afeta positivamente na qualidade de vida, cerca de 80% afirmaram utilizar práticas sustentáveis para conservação do solo. Em relação ao experimento em SA, as mudas apresentam melhor desenvolvimento (altura, diâmetro e número de folhas) com adição de V25, V25+FMA, V50 e V50+FMA. Para MSPA, MSRA, MFPA, MFRA e estimativa de área foliar, os tratamentos V25, V25MIX e V50 promoveram os melhores resultados. Para o experimento com SN, o aumento do número de folhas ocorreu em V25 e V50, enquanto as demais variáveis não foram influenciadas pelos tratamentos. Para as características químicas do solo, a aplicação de vermicomposto combinado ou não com FMA incrementou o teor de Na, P, Ca+Mg, CO, pH e diminuiu o K em condições de SA e SN. Independentemente da condição de solo, CBM, RBS, RIS aumentaram com a adição de V50 e V50+FMA. O qCO₂ e o qMIC foram fortemente influenciados pela adição de vermicomposto e o número de esporos não apresentou variação entre os tratamentos em SA e SN. De modo geral, o tratamento V50 estimula a atividade das enzimas em SA, especialmente da arilsulfatase, enquanto que em SN, a resposta das enzimas é influenciada pela taxa de aplicação e presença ou não de FMA. Desse modo, foi possível observar que a maioria dos agricultores cuidam da terra utilizando práticas sustentáveis de manejo, as quais promovem o equilíbrio ecológico entre a natureza e o homem. E, para a parte experimental em SA e SN, o V25+FMA se mostrou promissor em relação ao crescimento de mudas *S. tuberosa*, enquanto que o V50 e V50+FMA promoveram mudanças significativas no funcionamento biológico do solo que precisam ser melhor investigadas em experimentos de longa duração.

Palavras-chave: Biofertilizantes, agricultura familiar, conservação do solo, manejo agroecológico.

PEREIRA, Camilla Torres. **Influence of substrate and mycorrhizal inoculation on seedling production for peasant family farming**, 2022. Masters Dissertation in Forest Sciences. CSTR / UFCG, Patos - PB. 2022. 96pgs.

ABSTRACT

In the Brazilian semiarid region, environmental factors limit productivity, so the use of sustainable practices that contributes to the increase of agricultural and forestry production is of extreme relevance. Thus, this study aimed to evaluate the difficulties faced by family farmers in soil conservation and agroecological production, as well as to assess the effects of vermicompost and arbuscular mycorrhizal fungi (FMAs) on the production of *Spondias tuberosa* seedlings and soil quality. For this, a socio-environmental questionnaire (21 questions) was applied to farmers of the São Francisco community, Teixeira-PB and experiments were conducted with *S. tuberosa* in the greenhouse of UFCG, Patos-PB. The experiments were performed in autoclaved soil (SA) and natural soil (SN) conditions. The design in each experiment was entirely randomized with six treatments: three doses of vermicompost (V0%, V25% and V50%), two treatments of FMA inoculation (with inoculation and without inoculation) and five repetitions. Height, diameter, number of leaves, MSPA, MSRA, MFPA, MFRA and the estimation of leaf area were evaluated. For the soil samples, chemical (pH, P, K⁺, Na, Ca²⁺+Mg²⁺, H⁺+Al³⁺, organic carbon) and microbiological (RBI, RBS, CBM, qCO², qMIC, activity of β -glycosidase, phosphatase, arylsulfatase and number of glomerospores) characteristics were evaluated. The results obtained from the socio-environmental questionnaire showed that 87.5% of the farmers have always lived in the community and that all respondents have land ownership. In relation to agro-ecological production, the farmers consider that it positively affects their quality of life, about 80% said they use sustainable practices for soil conservation. In relation to the SA experiment, the seedlings show better development (height, diameter and number of leaves) with the addition of V25, V25+FMA, V50 and V50+FMA. For MSPA, MSRA, MFPA, MFRA and leaf area estimate, the treatments V25, V25MIX and V50 promoted the best results. For the SN experiment, the increase in leaf number occurred in V25 and V50, while the other variables were not influenced by the treatments. For the chemical characteristics of the soil, the application of vermicompost combined or not with AMF increased the content of Na, P, Ca+Mg, CO, pH and decreased K in SA and SN conditions. Regardless of soil condition, CBM, RBS, RIS increased with the addition of V50 and V50+FMA. The qCO² and qMIC were strongly influenced by vermicompost addition and the number of spores showed no variation among treatments in SA and SN. In general, the V50 treatment stimulates the activity of enzymes in SA, especially arylsulfatase, while in SN, the response of enzymes is influenced by the application rate and presence or absence of FMA. Thus, it was possible to observe that most farmers take care of the land using sustainable management practices, which promote the ecological balance between nature and man. And, for the experimental part in SA and SN, V25+MAF showed promise in relation to the growth of *S. tuberosa* seedlings, while V50 and V50+MAF promoted significant changes in the biological functioning of the soil that need to be better investigated in long-term experiments.

Keywords: Biofertilizers, family farming, soil conservation, agroecological management.

1 INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Brasil, a agricultura familiar é uma prática amplamente difundida e que garante a subsistência de muitos agricultores. Entretanto, fatores ambientais podem limitar a produtividade agrícola nessa região como, por exemplo, a baixa precipitação média anual e a baixa fertilidade natural dos solos. Associadas aos fatores ambientais, as atividades antrópicas também provocam impactos sociais, culturais, ambientais e econômicos que dificultam o desenvolvimento dos sistemas de produção que contribuem para a segurança alimentar, nutricional e fonte de renda para as famílias da região (NASCIMENTO *et al.*, 2018, MELO; VOLTOLINI, 2019).

O manejo convencional utilizado nos principais sistemas produtivos é baseado no uso intensivo do solo e na utilização de fertilizantes químicos e agrotóxicos, o que pode causar danos ao meio ambiente e à saúde humana, desencadeando diversas doenças (COSTA *et al.*, 2017; BARBOSA JÚNIOR *et al.*, 2013). Além disso, a expansão agrícola ameaça o modo de vida e de sobrevivência dos pequenos produtores responsáveis por sistemas agrícolas complexos e adaptados às condições locais (ALTIERI, 2010; ALTIERI *et al.*, 2015).

Nesse cenário, faz-se necessário o uso de práticas de manejo que minimizem o impacto ambiental do uso do solo como, por exemplo, o manejo agroecológico, que não utiliza agroquímicos e busca manter os ciclos naturais do ambiente (JOUZI *et al.*, 2017). O cultivo agroecológico constitui uma técnica que proporciona, além da preservação ambiental, uma mudança na relação homem-natureza, uma vez que propõe alternativas que visam minimizar a artificialização do ambiente natural onde são desenvolvidas as atividades agrícolas (LUPATINI *et al.*, 2017).

A utilização de insumos orgânicos é uma das técnicas do sistema agroecológico e tem sido sugerida como uma alternativa para mitigar os impactos negativos da intensificação agrícola (GAZZOLA *et al.*, 2018). No entanto, os compostos orgânicos necessitam passar por etapas de reciclagem e processamento, as quais podem ser feitas por minhocas em conjunto com os microrganismos do seu trato digestivo (PRISA, 2019). A ação das minhocas promove a transformação da matéria orgânica recente em matéria orgânica estabilizada conhecida como vermicomposto (SILVA *et al.*, 2011). A vermicompostagem é reconhecida como uma técnica de baixo custo e pode disponibilizar nutrientes para as plantas, sendo o efeito observado em curto espaço de tempo (PRISA, 2020).

De maneira semelhante aos insumos orgânicos, os inoculantes microbianos constituem uma possibilidade importante para a agricultura, contribuindo para a melhoria da qualidade do solo, aumento da produtividade agrícola e florestal, além de resultar em economia para o agricultor (SIGURNJAK *et al.*, 2017). Os insumos microbianos são formulações que incluem microrganismos benéficos, como bactérias fixadoras de nitrogênio, rizobactérias promotoras de crescimento em plantas e fungos micorrízicos arbusculares, entre outros grupos de microrganismos.

Como importante constituinte da biota do solo, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) que formam associações simbióticas com as raízes da maioria das plantas terrestres são importantes componentes do sistema solo-planta (SMITH; READ, 2008). Essa associação conhecida como micorriza arbuscular é responsável pela interação das comunidades acima e abaixo do solo, por meio da qual a planta fornece fotossintatos para os FMA que, em troca, contribuem para o aumento da absorção de água e de nutrientes do solo pela planta (PADRÓN-RODRÍGUEZ *et al.*, 2020). Além disso, as micorrizas proporcionam maior tolerância aos patógenos (JUNG *et al.*, 2012), à seca (FROSI *et al.*, 2016) e ao estresse salino (ESTRADA *et al.*, 2013), entre outros fatores abióticos (BEGUM *et al.*, 2019). Desse modo, deve-se considerar a inoculação com FMAs como uma alternativa para o enriquecimento do solo, aumento da produtividade e uma possibilidade para auxiliar os agricultores no cuidado com o solo e com o meio ambiente.

Diante do exposto, este trabalho busca responder aos seguintes questionamentos: Quais as dificuldades encontradas por agricultores familiares em relação ao cuidado do solo utilizando práticas com bases ecológicas e de que forma o uso do vermicomposto e a inoculação com FMAs podem contribuir com a produção de mudas de *Spondias tuberosa* (Umbuzeiro) e para a qualidade do solo?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Semiárido brasileiro

A região semiárida brasileira é uma delimitação geográfica do território nacional, oficialmente definida em 1989 e redefinida em 2005 pelo Ministério da Integração Nacional (MIN) por meio da Portaria nº 89, para fins administrativos (SANTOS *et al.*, 2013). Atualmente, abrange 1.272 municípios e uma área de 980.133,07 km² distribuída entre estados do Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e o estado de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil (FORTINI, 2020). A região semiárida é caracterizada pela aridez climática, ciclo irregular de precipitação, com acentuado período de estação seca, alta taxa de evapotranspiração e temperaturas elevadas (MELO; VOLTOLINI, 2019).

Os solos da região semiárida estão distribuídos em mosaicos complexos com diferentes tipos de solos, mesmo em pequenas distâncias, variando em profundidade, fertilidade, salinidade e constituição mineralógica. As principais classes de solo encontradas são Latossolos (24%), Neossolos Litolíticos (18,2%), Argissolos (15,2%) e Luvisolos (12,9%). Além destes, existe a participação de outros tipos, porém em menor expressão (ANDRADE *et al.*, 2015). As interações entre os tipos de solo e o clima semiárido resultam em uma grande variação de fisionomias vegetais encontradas ao longo da região (SCHAER-BARBOSA; SANTOS; MEDEIROS, 2014; FERREIRA *et al.*, 2020).

O bioma primário na região semiárida brasileira é conhecido como Caatinga, que apresenta vegetação bastante peculiar, com florestas arbóreas ou arbustivas, compreendendo principalmente plantas caducifólias, com folhas reduzidas, geralmente espinhosas e de comportamento xerofítico (ANDRADE *et al.*, 2015). A Caatinga é considerada a maior floresta tropical sazonalmente seca (FTSS) do mundo, detendo uma parte expressiva do patrimônio genético do planeta. No entanto, é uma das florestas mais ameaçadas, devido à sua fragilidade ambiental, à baixa resiliência e ao uso inadequado dos recursos naturais (REFATI *et al.*, 2021).

A escassez hídrica na região semiárida, juntamente com questões de ordem social, interfere diretamente na vida da população local, afetando em vários aspectos a saúde, a educação, o trabalho e a moradia, contribuindo para o elevado índice de analfabetismo, menor expectativa de vida em comparação ao restante da população brasileira, baixa

renda per capita e maior taxa de êxodo rural (SOARES; BARBOSA, 2019). Além dos fatores climáticos, nessa região, as atividades antrópicas também provocam impactos sociais, culturais, ambientais e econômicos, os quais se interseccionam e aumentam cada vez mais a vulnerabilidade da população e dificultam o desenvolvimento dos sistemas de produção que contribuem para a segurança alimentar, nutricional e fonte de renda para as famílias da região (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Nesse contexto, vale destacar que a população pobre do semiárido brasileiro que pratica a agricultura familiar é a mais vulnerável a essa problemática social e ambiental (MESQUITA *et al.*, 2020).

2.2 Agricultura familiar campesina e o semiárido brasileiro

A produção agrícola brasileira é baseada em dois modelos tecnológicos diferentes: a agricultura patronal também conhecida como *agribusiness* ou agronegócio, centrada na produção de monocultura agroexportadora, e a agricultura familiar camponesa, que utiliza predominantemente mão-de-obra familiar (NORONHA; FALCÓN, 2018). A agricultura familiar destaca-se pelos cultivos diversificados e voltados majoritariamente para a subsistência com provável excedente comercializado no mercado interno. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura (FAO, 2017), a agricultura familiar compreende um amplo conjunto de atividades agrícolas e de produção rural (florestal, aquícola, pastoril e pesqueira) realizado por familiares, o que permite a reprodução social da família no campo ou na cidade não somente em termos econômicos, mas também culturais.

A agricultura familiar ou camponesa foi e continua sendo vista em muitas situações como um obstáculo ao progresso e à modernidade, dois conceitos vagos, mas extremamente úteis como alavanca ideológica para legitimar políticas anticamponesas (PETERSEN, 2009). Vários teóricos assumem essa posição, o que explica o fato de que, até hoje, as formas de produção e reprodução da agricultura familiar camponesa, espinha dorsal do desenvolvimento rural e estratégia social de abastecimento de alimentos, permaneceram, durante muito tempo, pouco compreendidas e desvalorizadas (PETERSEN, 2009).

No semiárido brasileiro, a agricultura familiar é limitada por fatores ambientais, como índice pluviométrico irregular, solos pobres em matéria orgânica, ausência de tecnologias adequadas para produção agrícola na região e também por atividades

antrópicas, como, por exemplo, a retirada ilegal de lenha e a agropecuária extensiva que aceleram o processo de desertificação (LIMA, 2019). Diante dessas limitações, torna-se urgente que políticas públicas para agricultura familiar alcancem as comunidades pobres, visando ao aumento da produção e da renda dos agricultores por meio do acesso a serviços essenciais, como capacitação, crédito rural e assistência técnica com atenção às tecnologias mais adequadas ao clima (HENIG; SANTOS, 2016; FORTINI, 2020).

De acordo com os dados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017, do total de estabelecimentos agropecuários, 76,8% correspondiam à agricultura familiar, com maior concentração no semiárido nordestino (79%). Ainda segundo o censo, a agricultura familiar foi a principal fonte geradora de ocupação da população, sendo responsável pela ocupação de 10,1 milhões de pessoas no país (IBGE, 2017). Nos municípios com população inferior a 20 mil habitantes, a agricultura familiar é a base da economia, o que demonstra a relevância dessa atividade para o setor agropecuário. Vale ressaltar que o Censo Agropecuário do IBGE coleta informações sobre os estabelecimentos agropecuários e as atividades que são desenvolvidas nesses estabelecimentos, abrangendo características do produtor responsável e do estabelecimento, economia e emprego no meio rural, pecuária, lavoura e agroindústria.

Na região semiárida, a maioria das famílias que sobrevivem da agricultura familiar ocupam uma área entre um e dois hectares (IBGE, 2017). Geralmente, a renda gerada por essa atividade, além de prover o sustento familiar, fornece acesso a outros serviços básicos (SANTOS *et al.*, 2014). Nas últimas décadas, a taxa de êxodo rural aumentou significativamente, principalmente entre os jovens com menos de 25 anos (IBGE, 2017), o que demonstra que, em muitos casos, não está ocorrendo renovação geracional, o que gera uma grande preocupação. Nesse cenário, destaca-se a necessidade de ampliar as políticas públicas para estimular a permanência dos jovens, para que estes tenham melhores condições para permanecerem no campo (PETERSEN; SILVEIRA, 2017).

No estado da Paraíba, o número de estabelecimentos de agricultura familiar corresponde a 76% do total das instituições de produção do estado, com destinação predominantemente para o autoconsumo. Entretanto, em relação ao percentual total de área ocupada pelos estabelecimentos familiares no Semiárido Nordestino, no estado da Paraíba, apenas 49% dos estabelecimentos são de agricultores familiares (IBGE, 2017). Na Paraíba, assim como no Ceará, Piauí e Pernambuco observa-se forte presença de comandatários. Em relação ao percentual de estabelecimentos da agricultura familiar do

Semiárido Nordeste que possuem produção orgânica, a Paraíba destaca-se na produção orgânica de vegetais (IBGE, 2017).

No âmbito do fortalecimento da agricultura familiar, é fundamental a promoção de melhores políticas públicas que atuem no combate à fome e à pobreza, na conservação dos recursos biológicos e no desenvolvimento sustentável. No ano de 2019, a FAO lançou o plano de ação da Década da Agricultura Familiar (2019-2028) como uma das estratégias para acabar com a fome até 2030 (FAO, 2019). O plano está estruturado em sete eixos (figura 1) que visam melhorar a inclusão socioeconômica, a resiliência e o bem-estar da agricultura familiar, incentivar a sustentabilidade, a multifuncionalidade e a capacidade de mitigar as mudanças climáticas (FAO, 2019). O intuito da FAO com essa ação é convocar a sociedade para repensar seu modo de vida e colocar a agricultura familiar como ponto central da discussão. Espera-se que esse plano de ação seja implementado localmente para o fortalecimento da agricultura familiar com participação da sociedade civil.

Figura 1 – Sete eixos que estão estruturados para a década da agricultura familiar.



Fonte: FAO (2019)

No Brasil, as políticas públicas para o desenvolvimento da agricultura familiar incluem programas já consolidados como o Programa de Fortalecimento à Agricultura Familiar (PRONAF), o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER). Por meio desses programas, os agricultores podem realizar compras de máquinas, vender alimentos a escolas públicas, ter acesso ao ensino básico e cursos técnicos (SILVA *et al.*, 2016). A implantação desses programas foi fundamental para a formação de um modelo de desenvolvimento rural sustentável, que busca proteger o meio ambiente e contemplar a produção de alimentos saudáveis e acessíveis (CAMPELO, 2013; MESQUITA *et al.*, 2020). Entretanto, a efetividade das políticas públicas depende de como estas são discutidas, aplicadas e operacionalizadas, pois podem surgir dificuldades de acordo com os contextos locais e a forma com que estas serão aplicadas (ANDRADE; SILVA; ANDRADE, 2015).

Vale enfatizar que a melhoria das condições de vida no semiárido e o fortalecimento da agricultura familiar passam pelo uso adequado e sustentável dos recursos naturais (LITRE *et al.*, 2017), que podem ajudar os agricultores a superarem condições ambientais desfavoráveis e também evitarem a compactação do solo, a erosão e a desertificação (CAJAMARCA *et al.*, 2020).

2.3 Agroecologia para o semiárido

Ao longo do tempo, florestas e culturas tradicionais são ameaçadas pela expansão agrícola na região semiárida brasileira. Nesse contexto, diferentes sistemas vêm sendo adotados para promover o aumento da produção na região, a maioria deles baseados na utilização de práticas agropecuárias inadequadas (GAMA; OLIVEIRA; CAVALCANTE, 2013; MEDEIROS, *et al.*, 2020). Essas práticas podem gerar a degradação do solo, a contaminação das águas, redução da biodiversidade dos ecossistemas, emissão de gases do efeito estufa, dependência de insumos externos e concentração de terra.

Além disso, a expansão agrícola no semiárido ameaça o modo de vida e de sobrevivência dos pequenos produtores responsáveis por sistemas agrícolas complexos e adaptados às condições locais (ALTIERI, 2010; ALTIERI *et al.*, 2015). Desse modo, é importante defender uma agricultura resiliente ao clima para favorecer os agricultores familiares, que são os maiores produtores de alimentos e os mais vulneráveis à pobreza.

Nesse cenário, destaca-se a agricultura baseada no manejo agroecológico como uma abordagem que vincula claramente o contexto ecológico e social dos indivíduos que se dedicam à produção agrícola.

No presente estudo, a agroecologia é entendida como uma tríade formada pela ciência, movimento e prática (WEZEL *et al.*, 2009). A agroecologia tem como objetivo melhorar os sistemas agrícolas usando e reutilizando os recursos locais, trabalhando com técnicas desenvolvidas a partir do conhecimento científico e de práticas tradicionais dos agricultores. A utilização de práticas agroecológicas pode minimizar a pegada de carbono, uma vez que exclui tecnologias com alta interferência humana nos padrões naturais (VAN DEN BERG *et al.*, 2022).

O uso do manejo agroecológico do solo contribui para a conservação e preservação da biodiversidade, além de assegurar a reciclagem de nutrientes presentes no solo gerando maior equilíbrio ambiental (SOUSA; CAJÚ; OLIVEIRA, 2016). Além disso, o manejo agroecológico proporciona ao solo boa agregação das partículas, maior infiltração de água, maior aeração e com isso menor ocorrência de erosão. Nesse tipo de manejo, são utilizadas fontes naturais para disponibilização de nutrientes, como diferentes tipos de esterco (bovino, caprino e ovino dentre outros), biofertilizantes, compostos orgânicos advindos de materiais orgânicos (como cascas de frutas e verduras) (SOUSA; CAJÚ; OLIVEIRA, 2016; FAVORITO *et al.*, 2020).

Atualmente, as políticas integradoras nacionais e internacionais vêm procurando ampliar a discussão sobre manejo e conservação do solo e outras ações voltadas ao equilíbrio ambiental. No Brasil, por meio da Articulação Nacional de Agroecologia (ANA), foram estabelecidas diversas políticas públicas nacionais de apoio à agroecologia, incluindo a política de aquisição de alimentos, que facilitou a construção de mercados locais. A ANA é constituída por colaborações regionais de camponeses, pesquisadores, ONGs locais e organizações camponesas atuantes em várias partes do Brasil (ANA).

As novas perspectivas apontadas através de diversos estudos demonstram a importância do camponês na sociedade que, embora subordinado à lógica capitalista, à sua produção, permanece alicerçado em valores éticos, morais, culturais de identificação de uma categoria que permite sua permanência na sociedade por representar um modo de vida, que conseguiu se adaptar e evitar sua extinção (LIMA; SILVA; IWATA, 2019). A vida e o trabalho do camponês ultrapassam o limite de produção para sobreviver, visto que se torna um modo de vida em que a família e comunidade dão sentido às atividades camponesas. Sendo assim, a terra não é vista apenas como um fator de produção, e sim

de existência da categoria que se constitui a partir de valores familiares que envolvem reciprocidade (ABRAMOVAY, 2009).

Nesse sentido, o uso do manejo agroecológico aumenta as alternativas de trabalho e contribui de forma expressiva para renda familiar e melhoria da qualidade de vida para o agricultor. Além de promover a sustentabilidade ambiental da região semiárida, as técnicas de base agroecológica fortalecem as comunidades e resgatam algumas tradições rurais (SILVA; ALBUQUERQUE; AMARAL, 2017; JORCELINO; STREIT; FREITAS, 2020).

2.4 *Spondias tuberosa* Arruda Câmara (Umbuzeiro)

Árvores e arbustos polivalentes (fornecem mais de um produto ou serviço) são componentes valiosos de ecossistemas áridos e semiáridos que contribuem para a manutenção de condições adequadas para o cultivo de culturas, pastoreio de gado e subsistência humana (MALAGNOUX *et al.*, 2007). As plantas perenes ajudam a aumentar a resiliência dos agricultores ao estresse ambiental, fornecendo alimentos adicionais, forragem e fontes alternativas de renda (ERTL *et al.*, 2015; GLOVE; REGANOLD; COX, 2012; KARLSSON *et al.*, 2018; HOLT-GIMÉNEZ; ALTIERI, 2013). Além disso, têm a capacidade de melhorar a saúde do solo, o manejo de pragas e a biodiversidade (GLOVER; REGANOLD, 2010).

A *Spondias tuberosa* Arr. Câm. é uma espécie arbórea perene, nativa do bioma Caatinga, que pertence à família Anacardiaceae. Popularmente conhecida como umbuzeiro, a "árvore sagrada do sertão" pode alcançar até 7 metros em altura, com dossel entre 6 e 12 m de diâmetro (MATOS *et al.*, 2020). A *S. tuberosa* é uma planta xerófila, com folha decíduas, adaptada a altas temperaturas, a solos com diferentes níveis de fertilidade e que apresenta potencial agrícola (MERTENS *et al.*, 2016). Como parte do sistema radicular, o umbuzeiro apresenta estruturas de reserva chamadas de xilopódios. Essas estruturas armazenam água e nutrientes que permitem a sobrevivência da planta em períodos de seca (FARIAS FERREIRA; CAMPOS; MEDEIROS, 2019). A formação do xilopódio é rápida, geralmente ocorre em até 30 dias após a germinação da semente.

O fruto do umbuzeiro, conhecido como umbu, possui cor amarelada, esverdeada, sabor agradável, boa aparência e qualidade nutritiva, apresenta em média 68% de rendimento em polpa, pode ser consumido *in natura* ou preparado na forma de sucos e refrescos, doces em calda e em corte, geleias e sorvetes (MENEZES *et al.*, 2017). A venda

in natura do umbu é uma fonte de renda importante para os agricultores da região semiárida nordestina (DIAS *et al.*, 2019). As folhas do umbuzeiro constituem uma alternativa para a alimentação de animais (caprinos e ovinos) em épocas de estiagem (CAVALCANTI; DRUMOND; RESENDE, 2004) e também são utilizadas com fins medicinais. A madeira, embora de baixa durabilidade, é amplamente utilizada, principalmente para a produção de carvão, o que tem causado elevada pressão extrativista da espécie (CAVALCANTI *et al.*, 2006).

A vida produtiva do umbuzeiro é de aproximadamente 100 anos; desse modo, o seu crescimento inicial é lento (LIMA; SILVA; OLIVEIRA, 2018). Esta planta apresenta longa fase juvenil, as mudas de sementes e mudas enxertadas atingem a fase produtiva entre 10 e 6 anos após o plantio, respectivamente. Um dos fatores que dificulta a propagação do umbuzeiro em larga escala é a dormência das sementes, que propicia uma emergência lenta e não uniforme e acaba fazendo com que os produtores se sintam desmotivados para cultivar esta espécie (SOUZA PIRES *et al.*, 2020). No Nordeste, o estado da Bahia tem a maior ocorrência de umbuzeiros, sendo responsável por 80% da produção nacional de umbu (IBGE, 2017).

Diante disso, faz-se necessário o estabelecimento de práticas que auxiliem nos processos de germinação e desenvolvimento de mudas de umbuzeiro, visando tornar o cultivo mais atrativo para os agricultores (CRUZ; ANDRADE; FEITOSA, 2016). A otimização do processo de produção de mudas contribuirá para a realização de pomares e também para inserção dessa espécie em SAFs no bioma caatinga.

2.5 Vermicompostagem

Os resíduos orgânicos são materiais ricos em macro e micronutrientes que têm sido amplamente utilizados para melhorar a fertilidade do solo. Entre os métodos disponíveis para reciclagem dos resíduos orgânicos, destaca-se a vermicompostagem, que é uma técnica biotecnológica semelhante à compostagem, exceto por incorporar minhocas para reciclar resíduos orgânicos em subprodutos biologicamente ativos. No processo de vermicompostagem, a degradação dos resíduos orgânicos ocorre a partir da interação entre as minhocas e microrganismos do seu trato intestinal resultando num material conhecido como vermicomposto (PRISA, 2019).

O vermicomposto é um material de granulação fina, que possui microrganismos estáveis. Atua como um condicionador de solo e ajuda no crescimento das plantas

(SHARMA; GARG, 2017). Além disso, por ser um material sustentável e de fácil produção, não demanda alta tecnologia (SANTOS *et al.*, 2018; PRISA, 2020) e pode ser produzido e utilizado como fertilizante por agricultores familiares. A utilização de vermicomposto pode ser responsável por elevar os teores de macronutrientes (Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K)) e micronutrientes (SOLANKI; INDORIA, 2020). Esses nutrientes possuem efeitos positivos no ciclo vegetal ligado ao processo fotossintético e à formação de frutos (ARMOND *et al.*, 2016). A melhoria das condições nutricionais confere às plantas maior resistência aos ataques de pragas e ao surgimento de doenças (ILIE; MIHALACHE, 2019).

No solo, o uso de vermicomposto influencia positivamente na fertilidade e contribui para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas (MENEGAÇO; BASSAN; LOSASSO, 2017). A aplicação de vermicomposto proporciona redução da densidade do solo, aumento da porosidade e a estabilidade de agregados, além de estimular a atividade da biomassa microbiana do solo (ILIE; MIHALACHE, 2019). Ainda do ponto de vista microbiológico, o uso de vermicomposto promove o aumento da diversidade de microorganismos benéficos que melhoraram o crescimento das plantas, estimulando a produção de diferentes enzimas que regulam o crescimento das plantas (PANDYA *et al.*, 2014).

Solanki e Indoria (2020) afirmaram em seu estudo que os solos com adição de vermicomposto possuem maior capacidade de retenção de água reduzindo 40 a 50% a utilização desse recurso para a irrigação. Vale ressaltar que as partículas de húmus presentes no vermicomposto possuem a capacidade de agregar as partículas do solo evitando a erosão (SEVERIANO; SILVA; NUNES, 2017). Assim, em regiões semiáridas onde o índice pluviométrico é irregular, os solos são geralmente pobres em matéria orgânica e susceptíveis à erosão (LIMA *et al.*, 2020), a incorporação do vermicomposto torna-se relevante como alternativa para fortalecer o desenvolvimento das atividades agrícolas.

Atualmente, alguns grupos de agricultores familiares fazem uso do vermicomposto como parte do manejo de suas culturas. No entanto, é necessária maior divulgação dessa tecnologia, visando aumentar o conhecimento sobre os múltiplos benefícios desse composto para o solo, plantas e meio ambiente.

2.6 Fungos Micorrízicos arbusculares (FMAs)

O interesse na utilização de microrganismos na agricultura tem aumentado significativamente por alcançar aumentos na produtividade agrícola e também devido à maior conscientização sobre a importância de práticas sustentáveis para redução do uso de agroquímicos. Nesse contexto, destaca-se a utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), que são organismos do solo que formam associação com as raízes da maioria das plantas terrestres. Cerca de 80% das plantas terrestres formam essa associação que é denominada de micorriza arbuscular (SOUZA *et al.*, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2019; GOIS *et al.*, 2019; STOFFEL *et al.*, 2020).

O principal sítio de troca entre a planta e o fungo é uma estrutura chamada arbúsculo. Os arbúsculos são responsáveis pela transferência de nutrientes e consequentemente pela funcionalidade da simbiose. Além dos arbúsculos, os FMAs podem formar vesículas intrarradiculares, ou células auxiliares no solo, que têm como função armazenar nutrientes, auxiliando possivelmente na formação e no desenvolvimento dos esporos (SMITH; READ, 2008).

O estabelecimento da associação micorrízica promove mudanças no pH da rizosfera, levando à ativação de fosfatos naturais, aumentando a disponibilidade de P para as plantas (LIN *et al.*, 2020). Além de aumentar a transferência de água e nutrientes do solo para a planta, a micorriza arbuscular fornece inúmeros benefícios indiretos aos hospedeiros, como o ganho de biomassa vegetal e aumento dos mecanismos de defesa, especialmente os causados por patógenos radiculares, promovendo maior tolerância aos estresses hídrico e salino (YANO-MELO *et al.*, 2003; HU *et al.*, 2017). De acordo com Bennett e Meek (2020), os FMAs também contribuem para o desenvolvimento das plantas por meio de estímulo à polinização. A presença de FMA na rizosfera das plantas pode influenciar a qualidade e quantidade de pólen e néctar; este leva também a maior exposição das flores e floração por períodos prolongados, garantindo, assim, o sucesso dos organismos polinizadores (BENNETT; MEEK, 2020).

Estudos demonstram que a inoculação dos FMAs proporciona melhor crescimento nas raízes das plantas inoculadas e maior biomassa vegetal (COSTA; MELLONI, 2019; CRUZ *et al.*, 2019; FONSECA *et al.*, 2019; ARAÚJO *et al.*, 2020). A inoculação é a prática mais recomendada na produção de mudas em viveiro, pois neste procedimento utiliza-se, com frequência, substrato ou solo esterilizado, livre de patógenos e também FMAs nativos (SOUZA *et al.*, 2006). A inoculação com FMA é benéfica na produção de

mudas mesmo em solo não esterilizado, podendo garantir melhor desenvolvimento da planta no campo. Nesse cenário, vale destacar que o plantio de mudas de espécies florestais nativas inoculadas com FMA constitui uma alternativa para revegetação de áreas degradadas, garantindo maior sobrevivência no campo e redução no uso de fertilizantes.

No contexto agroecológico, a inoculação de microrganismos é uma prática que contribui para redução do uso de agroquímicos e fertilizantes químicos, uma vez que os microrganismos podem atuar disponibilizando diversos nutrientes, auxiliando no desenvolvimento e crescimento das plantas (DIAGNE *et al.*, 2020; ORTIZ *et al.*, 2020). Desse modo, a inoculação de FMA constitui uma alternativa para a conservação do solo e aumento da produtividade e que pode ser utilizada pelos pequenos produtores.

2.7 Saúde do solo

Os solos desempenham papel essencial na manutenção da produtividade dos agroecossistemas e na compreensão dos impactos das práticas de manejo para a sustentabilidade agrícola (SOUZA *et al.*, 2020). Nessa perspectiva, solos saudáveis devem oferecer não apenas os atributos físicos e químicos necessários para sustentar o crescimento das plantas e uma série de funções-chave, mas também devem fornecer recursos energéticos e habitat adequado para a ampla diversificação de organismos do solo e de processos biológicos por eles desempenhados (LEHMANN *et al.*, 2020).

A biota do solo pode influenciar os processos biogeoquímicos por meio da sua participação na decomposição de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes e na regulação da estrutura do solo (BARROS *et al.*, 2010). Os organismos do solo (minhocas, ácaros, colêmbolos, nematóides, protozoários, fungos e bactérias) contribuem de forma significativa para a regulação das principais funções do solo e serviços ecossistêmicos em escalas espaciais e temporais, sendo reconhecidos como indicadores biológicos da saúde do solo (SCHLOTTER *et al.*, 2018). Desse modo, compreender as estratégias de manejo do solo que beneficiam os organismos do solo e suas atividades tornou-se fundamental para aumentar a resiliência e a sustentabilidade geral dos agroecossistemas (CHERUBIN *et al.*, 2015).

Os microrganismos do solo são amplamente utilizados no monitoramento da saúde do solo, uma vez que respondem rapidamente às mudanças ocorridas no ambiente e fornecem informações essenciais para orientar o manejo do solo (FRAC *et al.*, 2018).

A biomassa microbiana do solo (BMS) representa a parte ativa da matéria orgânica e corresponde, em média, de 2 a 5% do C orgânico do solo e, de 1 a 5% do N total do solo, compreende um importante reservatório de nutrientes (LANGE *et al.*, 2015). Propriedades biológicas do solo como o carbono da biomassa microbiana (CBM) (VANCE; BROOKES; JENKINSON, 1987), a respiração basal (evolução de CO₂) (ALEF; NANNIPIERI, 1995), a atividade de enzimas do solo (BURNS *et al.*, 2013) e a relação respiração/carbono da biomassa microbiana, denominada quociente metabólico, (ANDERSON; DOMSCH, 1985) e o quociente microbiano (qMIC) que representa a relação entre o CBM e o carbono orgânico do solo (SPARLING, 1997) são frequentemente utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agrícola.

O teor de carbono da biomassa microbiana (CBM) pode ser interpretado como indicativo da disponibilidade de nutrientes para os vegetais, podendo estar relacionado à saúde do solo e, conseqüentemente, à produtividade ecológica (SMITH; MARÍN-SPIOTTA; BALSER, 2015). O CBM permite identificar os efeitos das práticas de manejo e assim ajudar na adoção de sistemas de produção mais sustentáveis (LI *et al.*, 2018).

A respiração basal do solo (RBS) é a técnica mais amplamente utilizada para quantificar a atividade microbiana, sendo positivamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica e com a biomassa microbiana (ALEF, 1995). A atividade metabólica mensurada pela taxa respiratória é resultante da ação dos microrganismos durante o processo de degradação dos resíduos vegetais e da oxidação da matéria orgânica em CO₂, constituindo assim uma fase fundamental no ciclo do carbono (BRANGARÍ *et al.*, 2020). Alta taxa respiratória pode ser uma característica desejável, considerando-se que pode indicar uma alta atividade da biomassa microbiana e rápida transformação da matéria orgânica em nutrientes para as plantas. Por outro lado, a alta taxa pode estar associada à presença de algum fator estressante para a biomassa microbiana.

O quociente metabólico (qCO₂) é a razão entre a respiração basal e a biomassa microbiana do solo; por unidade de tempo, expressa quanto de CO₂ é liberado pela biomassa microbiana em função do tempo, representando a taxa de respiração específica da biomassa microbiana (ZHOU; WANG; ZHOU, 2017). Maiores valores de quociente metabólico indicam que os microrganismos do solo estão em condições de estresse e consomem mais carbono oxidável para sua manutenção. Por outro lado, valores mais baixos supostamente refletem um ambiente estável ou próximo ao estado de equilíbrio (PARTELLI *et al.*, 2012).

O quociente microbiano (qMIC) representa a quantidade de carbono imobilizado na biomassa e tem sido utilizado como indicador da qualidade da matéria orgânica do solo, demonstrando também a eficiência dos micro-organismos na utilização dos compostos orgânicos (ANDERSON; DOMSCH, 1993). Nesse sentido, baixos valores de qMIC indicam uma perda de carbono no solo, enquanto altos índices indicam que a matéria orgânica do solo está sujeita a ser decomposta pela microbiota e podem indicar um acúmulo de carbono no solo (KARIUKI *et al.*, 2020).

As enzimas do solo participam da transformação e mineralização da matéria orgânica e regulam a ciclagem e imobilização de nutrientes do solo (BURNS *et al.*, 2013). Assim, respondem às mudanças no manejo do solo antes que outras propriedades indicadoras de qualidade (FATEMI *et al.*, 2016). Entre as enzimas que podem ser empregadas para medir atividade microbiana no solo destacam-se as enzimas envolvidas na ciclagem do carbono, do nitrogênio e do fósforo. A partir da determinação da atividade dessas enzimas, é possível fazer inferências sobre o esforço direcionado por microrganismos para obtenção de nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Além disso, a atividade enzimática pode ser utilizada para indicar se o manejo adotado no solo favorece a estabilização da matéria orgânica e de outras propriedades estruturais do solo (FATEMI *et al.*, 2016).

Diversos estudos têm investigado os efeitos da incorporação de resíduos orgânicos e inoculação de microrganismos benéficos ao solo nas características biológicas, conhecidas como indicadores da saúde do solo. No entanto, pouco ainda se sabe sobre a influência da utilização conjunta de vermicomposto e FMA no solo (substrato) para produção de mudas espécies nativas do semiárido sobre a biomassa e atividade microbiana do solo.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, Ricardo. Anticapitalismo e inserção social dos mercados. **Tempo social**, v. 21, p. 65-87, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ts/a/Tb6kmkHszmnVymgR6YHvN7G/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01/03/2022.
- ALEF, K.; NANNPIERI, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. San Diego, Londres: Academic Press, 1995. 576 p.
- ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista nera**, v.13, n. 16, p. 22-32, 2010. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/1362>. Acesso em: 18/07/2020.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; HENAO, A.; LANA, M. A. Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. **Agronomy for sustainable development**, v. 35, n. 3, p. 869-890, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-015-0285-2>. Acesso: 05/07/2020.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. **Biology and fertility of soils**, v. 1, n. 2, p. 81-89, 1985. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00255134>. Acesso em: 27/07/2020.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.
- ANDRADE, Á. A. X.; SILVA, G. B.; ANDRADE, N. X. O acesso às políticas públicas no semiárido e seu reflexo na heterogeneidade da agricultura familiar: o PNAE em Boquira-BA. **Extensão Rural**, v. 22, n. 2, p. 79-97, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/extensaorural/article/view/15443>. Acesso em: 14/10/2020.
- ANDRADE, Á. A. X.; SILVA, G. B.; ANDRADE, N. X. O acesso às políticas públicas no semiárido e seu reflexo na heterogeneidade da agricultura familiar: o PNAE em Boquira-BA. **Extensão Rural**, v. 22, n. 2, p. 79-97, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/extensaorural/article/view/15443>. Acesso em: 14/10/2020.
- ARAÚJO, F. H. V.; CRUZ, R. D. S.; PORTO, D. W. B.; MACHADO, C. M. M.; FRANÇA, A. C. Effects of mycorrhizal association and phosphate fertilization on the initial growth of coffee plants. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5058646>. Acesso em: 12/09/2020.
- ARMOND, C.; OLIVEIRA, V. C.; GONZALEZ, S. D.; OLIVEIRA, F. E.; SILVA, R. M.; LEAL, T. T.; SILVA, F. Desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 439-442,

2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362016003022>. Acesso em: 12/08/2020.

BARBOSA JÚNIOR, D. A.; OLIVEIRA, V. C.; GONZALEZ, S. D.; OLIVEIRA, F. E.; SILVA, R. M.; LEAL, T. T.; SILVA, F. Preferência por alimentos seguros: estudo de caso do consumo de morango em um município de Minas Gerais. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.10, n. 2, p. 265-284, 2013. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/20007>. Acesso em: 27/08/2020.

BARROS, Y. J.; MELO, V. D. F.; DIONÍSIO, J. A.; OLIVEIRA, E. B. D.; CARON, L.; KUMMER, L.; SOUZA, L. C. D. P. Indicadores de qualidade de solos em área de mineração e metalurgia de chumbo: I-microrganismos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1397-1411, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000400036>. Acesso: 28/07/2020.

BEGUM, N.; QIN, C.; AHANGER, M. A.; RAZA, S.; KHAN, M. I.; ASHRAF, M.; ZHANG, L. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. **Frontiers in plant science**, v. 10, p. 1068, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01068/full>. Acesso: 17/09/2020.

BRANGARÍ, A. C.; MANZONI, S.; ROUSK, J. A soil microbial model to analyze decoupled microbial growth and respiration during soil drying and rewetting. **Soil Biology and Biochemistry**, p. 107871, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071720301681>. Acesso em: 24/09/2020.

BURNS, R. G.; DEFOREST, J. L.; MARXSEN, J.; SINSABAUGH, R. L.; STROMBERGER, M. E., WALLENSTEIN, M. D.; ZOPPINI, A. Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 58, p. 216-234, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071712004476>. Acesso em: 02/10/2020.

BURNS, R. G.; DEFOREST, J. L.; MARXSEN, J.; SINSABAUGH, R. L.; STROMBERGER, M. E., WALLENSTEIN, M. D.; ZOPPINI, A. Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 58, p. 216-234, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071712004476>. Acesso em: 02/10/2020.

CAJAMARCA, D. I.; GODOY, M. M. P., ESCOBAR, C. P. C., MATVEEV, L. A. V.; CÁRDENAS, M. L. V. Agroquímicos: enemigos latentes para los polinizadores y la producción de alimentos primarios que agonizan. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 65, p. 31, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7760495>. Acesso em: 26/08/2021.

CAMPELO, D. A. As políticas públicas para a agricultura familiar brasileira em clima semiárido: do combate à convivência. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 10, n.

21, p. 865-888, 2013. Disponível em:
<http://ojs.rbpg.capes.gov.br/index.php/rbpg/article/view/415>. Acesso em: 23/08/2020.

CAVALCANTI, N. B.; DRUMOND, M. A.; DE RESENDE, G. M. **Uso das folhas do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) na alimentação de caprinos e ovinos no semi-árido nordestino**. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2004. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/156705>. Acesso:22/07/2020.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; DRUMOND, M. A.; LIMA BRITO, L. T. Emergência e sobrevivência de plântulas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) na caatinga. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 4, p. 391-396, 2006. Disponível em: [file:///C:/Users/camil/Downloads/97-Artigo%20de%20submiss%C3%A3o%20\(Enviar%20no%20word\)-372-1-10-20061224.pdf](file:///C:/Users/camil/Downloads/97-Artigo%20de%20submiss%C3%A3o%20(Enviar%20no%20word)-372-1-10-20061224.pdf). Acesso em: 10/08/2020.

CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F. D.; SILVA, V. R. D.; BASSO, C. J. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 39, n. 2, p. 615-625, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832015000200615&script=sci_arttext. Acesso em: 03/08/2020.

CORDEIRO, E. C. N.; RESENDE, J. T. V.; CÓRDOVA, K. R. V.; NASCIMENTO, D. A.; SAGGIN, O. J.; ZEIST, A. R.; FAVARO, R. Arbuscular mycorrhizal fungi action on the quality of strawberry fruits. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 437-444, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362019000400437&script=sci_arttext. Acesso em: 09/08/2020.

COSTA, C. A.; CÉU GODINHO, M.; FIGUEIREDO, E.; MEXIA, A. Impacto das práticas agrícolas e do uso de pesticidas em proteção integrada, agricultura biológica e agricultura convencional, em vinha e pomóideas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. SPE, p. 101-110, 2017. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2017000500012. Acesso em: 18/08/2020.

COSTA, S. M. L.; MELLONI, R. Relação de fungos micorrízicos arbusculares e rizobactérias no crescimento de mudas de oliveira (*Olea europaea*). **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 169-180, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982019000100169&script=sci_arttext. Acesso em: 13/09/2020.

CRUZ, F. R. S.; ANDRADE, L. A.; FEITOSA, R. C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 69-80, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982016000100069&script=sci_arttext. Acesso em 08/11/2020.

CRUZ, R. S.; ARAÚJO, F. H. V.; FRANÇA, A. C.; GRAZZIOTTI, P. H. Crescimento pós-plantio de cultivares de *Coffea arabica* inoculadas com fungos micorrízicos

arbusculares. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 8059, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/8059>. Acesso em: 01/11/2020.

DIAGNE, N.; NGOM, M.; DJIGHALY, P. I.; FALL, D.; HOCHER, V.; SVISTOONOFF, S. Roles of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and performance: Importance in biotic and abiotic stressed regulation. *Diversity*, v. 12, n. 10, p. 370, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-2818/12/10/370>. Acesso em: 15/11/2020.

DIAS, J. L.; MAZZUTTI, S.; SOUZA, J. A.; FERREIRA, S. R.; SOARES, L. A., STRAGEVITCH, L.; DANIELSKI, L. Extração de óleo de semente de umbu (*Spondias tuberosa*) por CO₂, ultrassom e métodos convencionais: avaliações de perfis de composição e atividades antioxidantes. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 145, p. 10-18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2018.11.011>. Acesso em: 13/11/2020.

ERTL, P.; KLOCKER, H.; HÖRTENHUBER, S.; KNAUS, W.; ZOLLITSCH, W. The net contribution of dairy production to human food supply: the case of Austrian dairy farms. **Agricultural Systems**, v. 137, p. 119-125, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.04.004>. Acesso: 15/08/2021.

ESTRADA, B.; AROCA, R.; MAATHUIS, F. J.; BAREA, J. M.; RUIZ-LOZANO, J. M. Arbuscular mycorrhizal fungi native from a Mediterranean saline area enhance maize tolerance to salinity through improved ion homeostasis. **Plant, cell & environment**, v. 36, n. 10, p. 1771-1782, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pce.12082>. Acesso em: 05/07/2020.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detailevents/pt/c/1043666/#:~:text=A%20FAO%20de fine%20agricultura%20familiar,incluindo%20tanto%20mulheres%2C%20como%20homens>. Acesso em: 09/07/2020.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1198548/>. Acesso em: 20/06/ 2022.

FARIAS FERREIRA, S. V.; CAMPOS, A. R. N.; MEDEIROS, M. F. T. Análise Prospectiva da Espécie-Chave Cultural Umbuzeiro (*Spondias Tuberosa* Arruda) do Semiárido Brasileiro. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 5 Especial, p. 1336-1336, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/cp.v12i5.33223>. Acesso em: 28/08/2020.

FATEMI, F. R.; FERNANDEZ, I. J.; SIMON, K. S.; DAIL, D. B. Nitrogen and phosphorus regulation of soil enzyme activities in acid forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 98, p. 171-179, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071716300025>. Acesso em: 03/10/2020.

FAVORITO, A. C.; SEIDEL, E. P.; ROCHA HERRMANN, D.; FEY, E.; PAN, R. Estabilidade de agregados em área de cultivo orgânico com diferentes manejos e convencional. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 2, n. 2, p. 155-164, 2020. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/ijerrs/article/view/26011>. Acesso em: 18/11/2020.

FERNANDES, B. M. Agriculturas y modelos de desarrollo. Francisco Hidalgo F., François Houtart, Pilar Lizárraga A. (org). **Agriculturas campesinas en Latinoamérica: propuestas y desafíos** editores —1.^a ed.—. Quito: Editorial IAEN, 2014. p. 19-34. Disponível em: <https://www.ippri.unesp.br/Modulos/Noticias/328/agriculturas-campesinas-propuestas-y-desafios-web.pdf>. Acesso em: 21/05/2022.

FERREIRA, C. D.; ALENCAR, F. T. M.; SOUTO, P. C.; ALENCAR, L. S.; BORGES, C. H. A. Soil organic carbon in a topo sequence in the semiarid of Paraíba, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e164953365-e164953365, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3365>. Acesso em: 21/01/2022.

FONSECA, A. J.; FREITAS, A. F. D.; CARVALHO, G. R.; CARNEIRO, M. A. C.; VILELA, D. J. M.; FASSIO, L. D. O. Arbuscular mycorrhizal fungus on the initial growth and nutrition of Coffea arabica L. genotypes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p.1-11, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542019000100223&script=sci_arttext. Acesso em: 17/08/2020.

FORTINI, R. M.; BRAGA, M. J.; FREITAS, C. O. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.199479>. Acesso em: 04/04/2022.

FRAC, M.; HANNULA, S. E.; BELKA, M.; JEĐRYCZKA, M. Fungal biodiversity and their role in soil health. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 707, 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.00707/full>. Acesso em: 29/10/2020.

FROSI, G.; BARROS, V. A.; OLIVEIRA, M. T.; SANTOS, M.; RAMOS, D. G.; MAIA, L. C.; SANTOS, M. G. Symbiosis with AMF and leaf Pi supply increases water deficit tolerance of woody species from seasonal dry tropical forest. **Journal of plant physiology**, v. 207, p. 84-93, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161716302449>. Acesso em: 09/08/2020.

GAZZOLA, R.; GOMES, E. G.; SOUZA, G. D. S.; WANDER, A. E. Agricultura orgânica e convencional em Santa Catarina: análise comparativa dos produtores. **Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1096186>. Acesso em: 15/10/2020.

GLOVER, J. D.; REGANOLD, J. P. Perennial grains: food security for the future. **Issues in Science and Technology**, v. 26, n. 2, p. 41-47, 2010. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43315137>. Acesso em: 11/02/2022.

GLOVER, J. D.; REGANOLD, J. P.; COX, C. M. Plant perennials to save Africa's soils. **Nature**, v. 489, n. 7416, p. 359-361, 2012. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/489359a>. Acesso em: 08/04/2021.

GOIS, L. S.; MENDONÇA, J. J.; TEIXEIRA, J. L.; OLIVEIRA PRADO, C. M.; HOLANDA, F. S. R.; MARINO, R. H. Fungos Micorrízicos Arbusculares Exóticos e Endofíticos “Dark Septate” Nativos no Crescimento Inicial de *Paspalum millegrana*. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 607-615, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21252019000300607&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 29/08/2020.

HENIG, E. V.; SANTOS, I. A. Políticas públicas, agricultura familiar e cidadania no Brasil: o caso do PRONAF. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 6, n. 1, p. 256-269, 2016. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/RBPP/article/view/3343>. Acesso em: 25/10/2020.

HOLT-GIMÉNEZ, E.; ALTIERI, M. A. Agroecology, food sovereignty, and the new green revolution. **Agroecology and sustainable Food systems**, v. 37, n. 1, p. 90-102, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10440046.2012.716388>. Acesso em: 17/04/2021.

HU, W.; ZHANG, H.; CHEN, H.; TANG, M. Arbuscular mycorrhizas influence *Lycium barbarum* tolerance of water stress in a hot environment. **Mycorrhiza**, v. 27, n. 5, p. 451-463, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00572-017-0765-0>. Acesso em: 01/11/2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário de 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em: 11/06/2020.

ILIE, V.; MIHALACHE, M. Vermicompost Production And Its Importance For Soil And Agricultural Production. **Agronomy Series of Scientific Research/Lucrări Stiintifice Seria Agronomie**, v. 61, n. 2, p. 56-62, 2019. Disponível em: http://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2019/issue_1/Art8.pdf. Acesso em: 15/06/2020.

JORCELINO, T. M.; STREIT, J. A. C.; FREITAS, C. R. C. Políticas Públicas E Programas Ambientais Brasileiros Como Apoio À Promoção De Ações Sustentáveis No Uso De Recursos Naturais. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 1, n. 22, p. 145-155, 2020. Disponível em: http://revistas.icesp.br/index.php/FINOM_Humanidade_Tecnologia/article/view/1098. Acesso em: 26/09/2020.

JOUZI, Z.; AZADI, H.; TAHERI, F.; ZARAFSHANI, K.; GEBREHIWOT, K.; VAN PASSEL, S.; LEBAILLY, P. Organic farming and small-scale farmers: Main

opportunities and challenges. **Ecological Economics**, v. 132, p. 144-154, 2017.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800915306212>. Acesso em: 28/08/2020.

JUNG, S. C.; MARTINEZ-MEDINA, A.; LOPEZ-RAEZ, J. A.; POZO, M.

J. Mycorrhiza-induced resistance and priming of plant defenses. **Journal of chemical ecology**, v. 38, n. 6, p. 651-664, 2012. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10886-012-0134-6>. Acesso em: 03/10/2020.

KARIUKI, S.; GALLERY, R. E.; SPARKS, J. P.; GIMBLETT, R.; MCCLARAN, M. P. Soil microbial activity is resistant to recreational camping disturbance in a *Prosopis* dominated semiarid savanna. **Applied Soil Ecology**, v. 147, p. 103424, 2020.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092913931831388X>. Acesso em: 29/10/2020.

KARLSSON, L.; NAESS, L. O.; NIGHTINGALE, A.; THOMPSON, J. 'Triple wins' or 'triple faults'? Analysing the equity implications of policy discourses on climate-smart agriculture (CSA). **The journal of peasant studies**, v. 45, n. 1, p. 150-174, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03066150.2017.1351433>. Acesso em: 15/01/2021.

LANGE, M.; EISENHAUER, N.; SIERRA, C. A.; BESSLER, H.; ENGELS, C.; GRIFFITHS, R. I.; GLEIXNER, G. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. **Nature Communications**, v. 6, p. 6707, 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ncomms7707>. Acesso em: 16/07/2020.

LEHMANN, J.; BOSSIO, D. A.; KÖGEL-KNABNER, I.; RILLIG, M. C. O. conceito e as perspectivas futuras da saúde do solo. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, n. 10, pág. 544-553, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s43017-020-0080-8>. Acesso em: 12/02/2021.

LI, Q.; LEI, Z.; SONG, X.; ZHANG, Z.; YING, Y.; PENG, C. Biochar amendment decreases soil microbial biomass and increases bacterial diversity in *Moso bamboo* (*Phyllostachys edulis*) plantations under simulated nitrogen deposition. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 4, p. 044029, 2018. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aab53a/meta>. Acesso em: 23/06/2020.

LIMA, A. F.; SILVA, A.; IWATA, B. F. Agriculturas e agricultura familiar no Brasil: uma revisão de literatura. **Retratos de Assentamentos**, v. 22, n. 1, p. 50-68, 2019.

Disponível em:

<https://retratosdeassentamentos.com/index.php/retratos/article/view/332/294>. Acesso em: 02/01/2022.

LIMA, C. A.; MONTENEGRO, A. A. D. A.; LIMA, J. L.; ALMEIDA, T. A. B.; SANTOS, J. C. N. D. Uso de coberturas alternativas do solo para o controle das perdas de solo em regiões semiáridas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, n. 3, p. 531-

542, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522020000300531&script=sci_arttext. Acesso em: 19/09/2020.

LIMA, J. Pressões Antrópicas Sobre O Estoque Madeireiro Da Caatinga Em Um Município Do Semiárido Paraibano. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1-5, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/viewFile/9237/6641>. Acesso em: 28/10/2020.

LIMA, M. A. C.; SILVA, S. M.; OLIVEIRA, V. R. Umbu—Spondias tuberosa. In: **Exotic fruits**. Academic Press, 2018. p. 427-433. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00057-5>. Acesso em: 12/02/2022.

LIN, C.; WANG, Y.; LIU, M.; LI, Q.; XIAO, W.; SONG, X. Effects of nitrogen deposition and phosphorus addition on arbuscular mycorrhizal fungi of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*). **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-69213-6>. Acesso em: 12/09/2020.

LITRE, G.; CURI, M.; MESQUITA, P. S.; NASUTI, S.; ROCHA, G. O desafio da comunicação da pesquisa sobre riscos climáticos na agricultura familiar: a experiência de uso de cartilha educativa no Semiárido nordestino. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 40, p. 207-228, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/49069>. Acesso em: 25/10/2020.

LUPATINI, M.; KORTHALS, G. W.; HOLLANDER, M.; JANSSENS, T. K.; KURAMAE, E. E. Soil microbiome is more heterogeneous in organic than in conventional farming system. **Frontiers in microbiology**, v. 7, p. 2064, 2017. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2016.02064/full>. Acesso em: 18/09/2020.

MALAGNOUX, M.; SENE, E. H; ATZMON, Nir. Les forêts, les arbres et l'eau dans les terres arides: un équilibre précaire. **Unasylva**, v. 229, n. 58, pág. 24-29, 2007. Disponível em: <https://www.fao.org/3/a1598f/a1598f06.pdf>. Acesso em: 22/06/2021.

MATOS, F. S.; FREITAS, I. A. S.; PEREIRA, V. L. G.; PIRES, W. K. L. Efeito da giberelina no crescimento e desenvolvimento de mudas de spondias tuberosa. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1124-1130, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n427rc>. Acesso em: 02/05/2022.

MEDEIROS, A. S.; MAIA, S. M. F.; SANTOS, T. C.; ARAÚJO, T. C. G.; Perdas de carbono do solo em sistemas agrícolas convencionais devido à mudança de uso da terra no semiárido brasileiro. **Agricultura, Ecosystemas e Meio Ambiente**, v. 287, p. 106690, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106690>. Acesso em: 20/09/2021.

MELO, R. F.; VOLTOLINI, T. V. Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. **Embrapa Semiárido-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2019. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1114220>. Acesso em: 10/08/2020.

- MENEGAÇO, V. M.; BASSAN, C. F. D.; LOSASSO, P. H. L. Características do Húmus de Minhoca Alimentadas com Esterco de Frango *Gallus gallus domesticus* e Sustentabilidade no Meio Rural. **Revista Unimar Ciências**, v. 26, n. 1-2, p. 155-162, 2017. Disponível em: <http://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/view/523>. Acesso em: 02/11/2020.
- MENEZES, P. H. S.; SOUZA, A. A.; SILVA, E. S.; MEDEIROS, R. D.; BARBOSA, N. C.; SORIA, D. G. Influence of the maturation stage on the physical-chemical quality of fruits of umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, v. 8, n. 1, p. 73-78, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.01.07>. Acesso em: 15/12/2021.
- MERTENS, J.; GERMER, J.; SIQUEIRA, J. A.; SAUERBORN, J. *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga?. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, p. 542-552, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.18715>. Acesso em: 30/09/2021.
- MESQUITA, P. S.; CAVALCANTE, L.; MILHORANCE, C.; NOGUEIRA, D.; ANDRIEU, N. Importância dos programas voltados aos agricultores familiares nos períodos de seca e frente à necessidade de adaptação às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 55, n.1, p. 599-618, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v55i0.72974>. Acesso em: 05/03/2022.
- NASCIMENTO, S. P. G.; SILVA, J. M.; SANTOS, E. O.; SILVA, P. V. M.; SANTOS, J. R. U.; SANTOS, T. M. C. Impactos ambientais da produção vegetal no processo de desertificação do semiárido alagoano: o caso de Ouro Branco-AL. **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, p. 31-35, 2018. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/6592>. Acesso em: 04/08/2020.
- NORONHA, G. S.; FALCÓN, M. L. O. A disputa entre modelos para o campo: apontamentos sobre a questão agrária no Brasil em busca de um novo paradigma. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 183-198, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-11042018S314>. Acesso em: 09/06/2022.
- OLIVEIRA, T. B.; LUCAS, R. C.; ALMEIDA SCARCELLA, A. S.; CONTATO, A. G.; PASIN, T. M.; MARTINEZ, C. A.; MORAES, M. D. L. T. Effects of multiple climate change factors on exoenzyme activities and CO₂ efflux in a tropical grassland. **Soil Biology and Biochemistry**, p. 107877, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071720301747>. Acesso em: 01/11/2020.
- ORTIZ, J.; FAGGIOLI, V. S.; GHIO, H.; BOCCOLINI, M. F.; IOELE, J. P.; TAMBURRINI, P.; GUDELJ, V. Impacto a largo plazo de la fertilización sobre la estructura y funcionalidad de la comunidad microbiana del suelo. **Ciencia Del Suelo**, v. 38, n.1, p.45-55, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v38n1/v38n1a05.pdf>. Acesso em: 05/11/2020.
- PADRÓN-RODRÍGUEZ, L.; ARIAS-MOTA, R. M.; MEDEL-ORTÍZ, R.; LA CRUZ-ELIZONDO, D. Interacción de hongos micorrízicos arbusculares y una cepa fosfato

solubilizadora em *Canavalia ensiformis* (Fabaceae). **Botanical Sciences**, v. 98, n. 2, p. 278-287, 2020. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982020000200278. Acesso em: 17/07/2020.

PANDYA, U.; MAHESHWARI, D.; SARAF, M. Assessment of ecological diversity of rhizobacterial communities in vermicompost and analysis of their potential to improve plant growth. **Biologia**, v. 69, n. 8, p. 968-976, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/s11756-014-0406-4>. Acesso em: 01/01/2022.

PARTELLI, F.L.; BUSATO, J. G.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P.; CANELLAS, L. P. Qualidade da matéria orgânica e distribuição do fósforo no solo de lavouras orgânicas de café Conilon. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2065-2072, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/htRzrJnHCQ3v9LxXyrSjxZt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 07/07/2020.

PETERSEN, F. P.; SOGLIO, K. D. CAPORAL, F. R. A construção de uma Ciência a serviço do campesinato. **Agricultura familiar camponesa na construção do futuro**. Paulo Petersen (org) - Rio de Janeiro: AS-PTA, 2009. p. 85-104. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/373/ASPTA_agricultura_familiar_camponesa_constru%E7%E3o_futuro.pdf?sequence=1. Acesso em: 12/03/2022.

PETERSEN, P. F.; SILVEIRA, L. M. Agroecology, public policies and labor-driven intensification: Alternative development trajectories in the Brazilian semi-arid region. **Sustainability**, v. 9, n. 4, p. 535, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su9040535>. Acesso em: 23/06/2021.

PRISA, D. Biostimulant based on liquid earthworm humus for improvement quality of basil (*Ocimum basilicum* L.). **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**, v. 9, n. 3, p. 020-025, 2019. Disponível em: <https://gsconlinepress.com/journals/gscbps/node/1040>. Acesso em: 30/09/2020.

PRISA, D. Chabatic Zeolites With Earthworm Humus Added To The Growing Media To Improve Germination and Growth of Horticultural Plants. **Int. J. Sci. Res. in Multidisciplinary Studies Vol**, v. 6, n. 5, p. 24-31, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Prisa-Domenico/publication/342529370>. Acesso em: 14/08/2020.

REFATI, D. C.; MACEDO, R. S.; LIMA, R. D. C. C.; SILVA NETO, C. F. Uso de indicadores para avaliação da degradação ambiental no Seridó do Rio Grande do Norte. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 11, p. 189-203, 2021. Disponível em: <http://sustenere.co/index.php/rica/article/view/6657>. Acesso em: 18/07/2022.

SANTOS, A. P. S.; PEREZ-MARIN, A. M.; FORERO, L. F. U.; MOREIRA, J. M.; MEDEIROS, A.; LIMA, R. C. S. A.; SILVA, L. O Semiárido Brasileiro: riquezas, diversidade e saberes. **Campina Grande: INSA/MCTI**, 2013. 76p. Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/acervo-cartilhas/699-o-semiarido-brasileiro-riquezas-diversidades-e-saberes>. Acesso em: 03/08/2020.

SANTOS, C. F.; SIQUEIRA, E. S.; ARAÚJO, I. T. D.; MAIA, Z. M. G. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2014000200004&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 27/10/2020.

SANTOS, M. M.; OZA, E. F.; MENEGHELLI, C. M.; PREZOTTI, L.; MANGEIRO, M. Z.; BONADIMAN, P. A.; FRIZZERA JUNIOR, J. L. Addition of Charcoal Waste to Earthworm Humus Promotes Better Results in the Production of Papaya Seedlings. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 26, n. 4, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://www.journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/27442>. Acesso em: 19/08/2020.

SCHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 17-32, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2014000200003&script=sci_arttext. Acesso em: 15/11/2020.

SCHLOTTER, M.; NANNIPIERI, P.; SORESENSEN, S. J.; VAN ELSAS, J. D. Microbial indicators for soil quality. **Biology and Fertility of Soils**, v. 54, n. 1, p. 1-10, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00374-017-1248-3>. Acesso em: 13/06/2020.

SEVERIANO, R. M.; SILVA, D.T.; NUNES, J. O. R. Aplicação de metodologia de baixo custo na recuperação de erosão em área rural localizada no município de presidente prudente-sp. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 39, p. 141-159, 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/4719>. Acesso em: 05/10/2020.

SHARMA, K.; GARG, V. K. Comparative analysis of vermicompost quality produced from rice straw and paper waste employing earthworm *Eisenia fetida* (Sav.). **Bioresource technology**, v. 250, p. 708-715, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.11.101>. Acesso em: 19/05/2022.

SIGURNJAK, I.; VANECKHAUTE, C.; MICHELS, E.; RYCKAERT, B.; GHEKIERE, G.; TACK, F. M. G.; MEERS, E. Fertilizer performance of liquid fraction of digestate as synthetic nitrogen substitute in silage maize cultivation for three consecutive years. **Science of the Total Environment**, v. 599, p. 1885-1894, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717312202>. Acesso em: 08/08/2020.

SILVA, K. L.; SILVA COSTA, N.; MONTUANI, P. L.; MUSSEL, M. C.; FERREIRA, M.; VIANNA, C. R. Minhocário de Baixo Custo Uma Alternativa Viável para o Reaproveitamento de Resíduos Orgânicos Domésticos. **Revista da META**, v. 1, n. 1, p. 386 – 392, 2016. Disponível em: <https://seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revistadameta/article/view/879>. Acesso em: 17/09/2020

SILVA, L. E.; ALBUQUERQUE, U. P.; AMARAL, W. Uso sustentável da biodiversidade e conservação de recursos naturais. **Guaju**, v. 3, n. 1, p. 2-10, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/guaju/article/view/53845>. Acesso em: 30/10/2020.

SILVA, R. F.; VASCONCELLOS, N. J. S.; STEFFEN, G. P. K.; DOTTO, R. B.; GRUTKA, L. Caracterizações microbiológicas e químicas em resíduos orgânicos submetidos à vermicompostagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 1-4, p. 108-115, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/2037>. Acesso: 26/09/2020.

SMITH, A. P.; MARÍN-SPIOTTA, E.; BALSER, T. Successional and seasonal variations in soil and litter microbial community structure and function during tropical postagricultural forest regeneration: a multiyear study. **Global change biology**, v. 21, n. 9, p. 3532-3547, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.12947>. Acesso em: 16/07/2020.

SMITH, S.; READ, D. **Mycorrhizal symbiosis**. 3th editio ed. San Diego: Academic Press, 2008.

SOARES, J. A. S; BARBOSA, E. M. Políticas De Acesso À Água No Brasil: Pensando A Evolução Das Políticas De Combate À Seca No Semiárido. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 443-467, 2019. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6338. Acesso em: 19/10/2020.

SOLANKI, R. L.; INDORIA, D. Adoption of Vermicomposting Technology for Livelihood Improvement of Farmers in Chittorgarh District of Rajasthan, India. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 9, n. 5, p. 2276-2281, 2020. Disponível em: <https://www.ijcmas.com/9-5-2020/Ratan%20Lal%20Solanki%20and%20Deepa%20Indoria.pdf>. Acesso em: 11/08/2020.

SOUSA, M. J. D.; CAJÚ, M. A. D.; OLIVEIRA, C. P. A. A importância da produção agrícola orgânica na agricultura familiar. **ID on line Revista de Psicologia**, v. 10, n. 31, p. 82-100, 2016. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/555>. Acesso em: 12/07/2020.

SOUZA PIRES, E.; AMARO, C. L.; FREITAS, I. A. S.; LIMA, G. H. F.; OLIVEIRA GANEM, E. L.; MATOS, F. S. Análise de crescimento de plantas de umbuzeiro sob diferentes concentrações de giberelina. **Agrarian**, v. 13, n. 48, p. 141-150, 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/7990>. Acesso em: 07/11/2020.

SOUZA, A. G. V.; FARIA, L. O.; JESUS, T. F.; MATOS, E. R. Degradação dos solos de agricultura intensiva, diagnóstico e métodos de recuperação. **Revista Agrotecnologia**, v.11, n.1, p.23-29, 2020. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/288224918.pdf>. Acesso em: 12/11/2020

SOUZA, V. C.; SILVA, R. A. D.; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A. F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 612-618, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662006000300011&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 04/07/2020.

SPARLING, G. P. **Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health**. In: PANKHURST, C.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R. (Eds.). *Biological indicators of soil health*. Cambridge: CAB International, 1997. p. 97-120. Disponível em: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030680013/>. Acesso em: 15/11/2020.

VAN DEN BERG, L.; TEIXEIRA, H. M.; BEHAGEL, J.H.; VERSCHOOR, G.; TURNHOUT, E., CARDOSO, I. M.; BOTELHO, M. I. V. Da gestão de transições à construção de movimentos de afeto: promovendo práticas agroecológicas e transformações no Brasil. **Geoforum**, v. 131, p. 50-60, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2022.02.011>. Acesso em: 23/06/2022.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology Biochemistry**, v. 19, p. 703-707, 1987. Disponível em: <https://repository.rothamsted.ac.uk/item/85x06/an-extraction-method-for-measuring-soil-microbial-biomass-c>. Acesso em: 01/11/2020.

WEZEL, A.; BELLON, S.; DORÉ, T.; FRANCIS, C.; VALLOD, D.; DAVID, C. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 29, n. 4, p. 503-515, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1051/agro/2009004.pdf>. Acesso em: 15/07/2022.

YANO-MELO, A. M.; SAGGIN JR, O. J.; MAIA, L. C. Tolerance of mycorrhized banana (*Musa* sp. cv. Pacovan) plantlets to saline stress. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 95, n. 1, p. 343-348, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00044-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00044-0). Acesso em: 12/03/2022.

ZHOU, T.; WANG, C.; ZHOU, Z. Impacts of forest thinning on soil microbial community structure and extracellular enzyme activities: A global meta-analysis. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 149, p. 107915, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071720302121>. 22/10/2020.

CAPÍTULO 1

PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESSINA EM COMUNIDADE NO MUNICÍPIO DE TEIXEIRA-PB

PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESSINA EM COMUNIDADE NO MUNICÍPIO DE TEIXEIRA-PB

RESUMO

No semiárido brasileiro, as condições edafoclimáticas impactam as atividades agrícolas e a socioeconômica. Este trabalho objetivou discutir o perfil da agricultura familiar campestina, forma de produção, comercialização e conservação do solo, na perspectiva de convivência com a realidade do semiárido paraibano. Realizou-se o levantamento social e ambiental na comunidade São Francisco, localizada no município de Teixeira-PB. Os dados foram coletados empregando-se questionário semiestruturado composto por 21 questões. Os resultados da pesquisa mostraram que 87,5% dos agricultores sempre residiram na comunidade e que não têm intenção de sair para a zona urbana. Todos os agricultores entrevistados possuem a posse da sua terra, cuja área ocupada variou entre 1 até 14 hectares. Em relação à produção agroecológica e comercialização, consideram que afeta positivamente na sua qualidade de vida. Apenas 35% contam com assistência técnica, mas reconhecem o apoio da organização não governamental “Ação Social Diocesana de Patos” que atua na área. Cerca de 80% dos entrevistados fazem uso de práticas agroecológicas, portanto não utilizam agroquímicos no combate às pragas e não realizam queimadas para limpeza e preparo do solo antes do plantio. Desse modo, foi possível observar que a maioria dos agricultores cuidam da terra utilizando práticas sustentáveis de manejo, as quais promovem o equilíbrio ecológico entre a natureza e o homem.

Palavras-chave: Agricultura familiar campestina, semiárido, agroecologia.

AGROECOLOGICAL PRACTICES USED IN COMMUNITY-BASED PEASANT FAMILY FARMING IN THE CITY OF TEIXEIRA-PB

ABSTRACT

In the Brazilian semiarid region, the edaphoclimatic conditions impact the agricultural and socioeconomic activities. This work aimed to discuss the profile of peasant family agriculture, its production, commercialization and soil conservation, from the perspective of living with the reality of the semi-arid region of Paraíba. A social and environmental survey was carried out in the São Francisco community, located in the city of Teixeira-PB. The data were collected using a semi-structured questionnaire composed of 21 questions. The results of the research showed that 87.5% of the farmers have always lived in the community and have no intention of moving to the urban area. All the interviewed farmers own their land, and the area they occupy varies from 1 to 14 hectares. In relation to agro-ecological production and commercialization, they consider that it positively affects their quality of life. Only 35% count on technical assistance, but they recognize the support of the non-governmental organization "Ação Social Diocesana de Patos" that acts in the area. Around 80% of the interviewees make use of agro-ecological practices, therefore they do not use agrochemicals to combat pests and do not burn the soil to clean and prepare it before planting. Thus, it was possible to observe that most farmers take care of the land using sustainable management practices, which promote the ecological balance between nature and man.

Keywords: peasant family agriculture, semiarid, agroecology.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar campesina é uma atividade desenvolvida por agricultores de baixa renda (ABR), também chamados de camponeses. No campesinato, as atividades são desempenhadas por membros da mesma família, sendo os conhecimentos repassados a cada geração. No entanto, os ABR's enfrentam diversas limitações para sua integração aos mercados, entre elas, destacam-se o tamanho da área disponível para o cultivo, pouca infraestrutura, dificuldade de acesso à educação formal e ao sistema público de saúde (GUANZIROLI; DI SABBATO, 2014). Além disso, as condições edafoclimáticas de determinadas regiões podem comprometer as atividades desenvolvidas pelos ABR's.

Em regiões semiáridas caracterizadas pelo baixo índice pluviométrico e solos pobres em matéria orgânica, os sistemas de produção acessíveis aos agricultores familiares são limitados. Com isso, a adoção de práticas, como a substituição de agroquímicos por compostos naturais no combate a pragas, a adubação orgânica e a proteção adequada do solo, compõem um conjunto de métodos que conservam e protegem os recursos naturais.

Em decorrência das ações antrópicas que comprometem o meio ambiente e a utilização dos recursos naturais, é importante buscar alternativas que causem menos impactos socioambientais. Com isso, a agroecologia, que é uma das premissas do desenvolvimento sustentável, torna-se importante alternativa para o pequeno produtor rural inserir sua produção no mercado consumidor (GUZMÁN 2001; NORDARI; GUERRA, 2015; BARATA-SILVA; PEREIRA; GOMES, 2019).

Nesse sentido, a introdução de manejos ecológicos baseados na agroecologia e na produção orgânica representa potencialmente o desenvolvimento de um modo sustentável de produção (CAUMO; STADUTO, 2014). De acordo com Darolt e Skora Neto (2002), a produção agroecológica é baseada em requisitos como a não utilização de adubos químicos, minimização de danos à biodiversidade dos ecossistemas e na conservação dos recursos naturais. Vale destacar que a produção agroecológica deve abranger desde os processos que envolvem a produção, o processamento e a distribuição até chegar ao consumidor final (MORAES; OLIVEIRA, 2017).

Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável é o objetivo número dois dos 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU) que pretende alcançar esses objetivos até o ano de 2030. Considerando os desafios enfrentados a partir do modelo de

agricultura intensiva em insumos químicos, plantas modificadas e emprego de maquinário pesado, com efeitos negativos nas áreas de saúde, aumento da pobreza no campo e os impactos no meio ambiente, a agroecologia é uma importante alternativa, visto que pode reduzir tais impactos, incluindo a segurança alimentar e minimizar danos ao ambiente.

A agricultura campesina agroecológica (ACA) contribui para uma abordagem construtiva através dos conhecimentos culturais das comunidades rurais, visto que favorece a relação diária que os camponeses mantêm com a terra, geração de práticas agroecológicas e preservação elevada da diversidade demonstrada através das várias espécies animais e vegetais (CARREÑO; MERCHAN; BAQUERO, 2019). A agricultura campesina apresenta relação dependente com a produção de cada cultura, dependência que não se estende apenas à economia familiar, mas também possui impacto na economia local (DUARTE *et al.*, 2018).

O município de Teixeira-PB é um importante fornecedor de hortaliças, frutas e grãos para o consumo da população que vive nas zonas urbanas no entorno do município. Diante da relevância de um modo de produção em que não use agroquímicos, aliado a uma melhor conservação dos solos, da água e da biodiversidade, e considerando a importância desta região no abastecimento de horticulturas para as regiões de seu entorno, este trabalho investiga o perfil dos agricultores campesinos situados em região semiárida e a relação desses com a agroecologia. A partir destes dados, será possível compreender como interagem com o meio ambiente e o quanto essa interação propicia qualidade de vida. Diante disso, este trabalho propõe apresentar e discutir o perfil social e ambiental de agricultores familiares campesinos na comunidade São Francisco -Teixeira-PB.

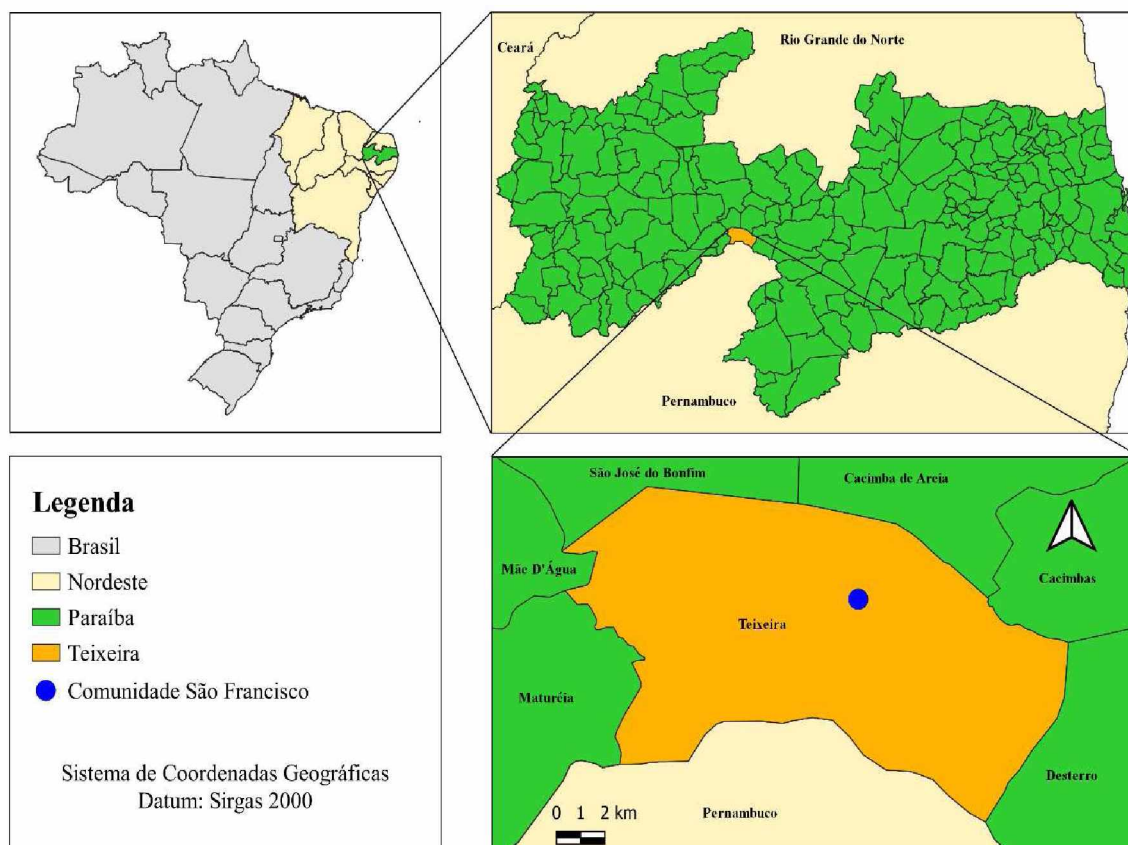
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O objeto da pesquisa é a comunidade de agricultores familiares, que produzem de forma agroecológica, residentes na comunidade São Francisco. A área de pesquisa está inserida no município de Teixeira (figura 2), no estado da Paraíba, região intermediária (mesorregião) do Sertão Paraibano e região imediata (microrregião) da Serra de Teixeira. O município possui área de 155,452 km² (IBGE, 2020) e população estimada em 15.333 habitantes, altitude aproximada de 770 metros e temperatura média anual é de 22,1°C, a

mínima de 19,8°C ocorrida no mês de julho e máxima de 23,6°C no mês de janeiro (MATOS *et al.*, 2015; IBGE, 2021). Parte da população que reside nas áreas mais elevadas do município utiliza as terras para o cultivo agrícola para consumo familiar. Em alguns casos, ocorre a comercialização de produtos *in natura* ou em forma de polpas, doces e sorvetes.

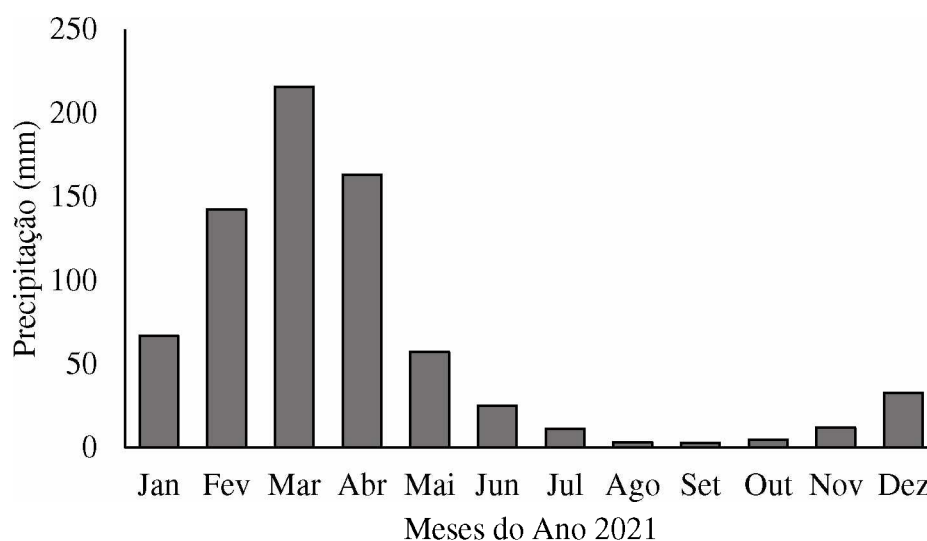
Figura 2 – Localização da comunidade São Francisco localizada no município de Teixeira - Paraíba.



Fonte: Pereira (2022)

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é BSh, semiárido, com uma estação seca e outra chuvosa (ALVARES *et al.*, 2014), a precipitação média anual fica em torno de 700mm a 800 mm (AESAs, 2021). A figura 3 apresenta a média de chuvas para os meses do ano de 2021. A evapotranspiração potencial anual é de 1.051,8mm, sendo que 30% está concentrada no trimestre mais quente do ano (MATOS *et al.*, 2015).

Figura 3 – Precipitação mensal acumulada do período de condução da pesquisa (ano de 2021), na região de Teixeira – Paraíba.



Fonte: AESA – PB

A vegetação da área é composta por espécies resistentes a elevadas temperaturas, com árvores baixas e arbustos; nas estações mais quentes do ano, perdem suas folhas (LEITE *et al.*, 2015). De acordo com Ferreira *et al.* (2020), a vegetação apresenta diferentes fitofisionomias e estágios de preservação, de modo que quanto mais íngreme a área, mais preservada é a vegetação.

Os solos da região estão nas classes de solos Neossolos Litólicos Eutróficos, pouco desenvolvidos, com horizonte A fraco, textura média muito rasa. (SANTOS; CUNHA; VIANNA, 2011). Na porção referente à Serra, ocorrem os Cambissolos, associados a solos Neossolos Litólicos Eutróficos. A vegetação é tipo Caatinga hiperxerófila que se encontra bastante alterada em algumas áreas em função do cultivo do sisal. A região é abastecida por pequenos açudes, que se mostram insuficientes para abastecer uma agricultura com maior produtividade (SANTOS; CUNHA; VIANNA, 2011). A agricultura e pecuária são as principais atividades que geram empregos e renda a população do município de Teixeira-PB (LEITE *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2020).

2.2 Coleta de dados

Os dados para o levantamento socioambiental foram coletados a partir de questionário semiestruturado aplicado aos agricultores que realizam a produção

agroecológica e que aceitaram participar da pesquisa (figura 4). O questionário (apêndice D) foi aprovado pelo comitê de ética do Centro Universitário de Patos/UNIFIP sob o número de protocolo 4.304.304 e todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (apêndice E). Na realização das entrevistas, foram seguidos todos os protocolos contra a COVID-19, segundo a Portaria PRPG/GPR, N.003/2020.

O questionário é composto por 21 questões, sendo sete questões subjetivas e quatorze questões objetivas. Destas, seis perguntas tratam dos dados gerais dos entrevistados, três sobre como é realizado o cultivo no solo, três perguntas sobre quais são os desafios para produzir de forma orgânica, quatro perguntas sobre as atividades econômicas, três perguntas sobre a segurança alimentar e saúde e duas perguntas sobre o meio ambiente e a conservação do solo.

Figura 4 – Aplicação de questionários para agricultores na comunidade São Francisco, Teixeira – PB (A, B, C e D).



Fonte: Pereira (2022)

O questionário foi construído visando identificar o perfil das práticas e as dificuldades encontradas pelos agricultores na realização do cultivo agroecológico. Além disso, o questionário permitiu avaliar as principais formas de uso dos produtos cultivados e comercialização nestas comunidades.

2.3 Análise dos Dados

Os dados quantitativos coletados foram tabulados e organizados em planilha eletrônica, obtendo-se o percentual das respostas e, conforme o caso, confeccionaram-se quadros e gráficos para facilitar a comparação e discussão dos resultados. Os dados qualitativos estão apresentados em forma de texto conforme as ideias e concepções do agricultor (a) entrevistado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados gerais dos entrevistados

O universo da pesquisa constou de oito unidades familiares de agricultores residentes na comunidade São Francisco. Dentre os oito representantes familiares entrevistados, 37,5% eram do sexo masculino e 62,5% do sexo feminino. A idade dos entrevistados variou entre 26 até 85 anos, com predomínio nas faixas etárias entre 26 a 35 anos (25%) e 46 a 55 anos (25%). As faixas etárias entre 36 a 45 anos; 56 a 65; 66 a 75 e acima de 75 representaram 12,5% cada.

De acordo com o último censo Agropecuário realizado em (IBGE, 2017), cerca de 81% dos agricultores familiares do semiárido brasileiro são do sexo masculino e apenas 19% do sexo feminino. No presente estudo, o maior número de entrevistados do sexo feminino reflete maior disponibilidade das mulheres para responder ao questionário. Em alguns casos, a entrevista desdobrou-se no horário das atividades no campo; em outras situações, o agricultor estava presente, mas não se sentiu à vontade para responder ao questionário, delegando à mulher esta responsabilidade.

Quanto ao grau de escolaridade, identificou-se que 50% dos entrevistados possuíam o ensino fundamental incompleto; 12,5% possuíam o médio incompleto e 37,5% concluíram o ensino médio. A baixa escolaridade dos agricultores no semiárido está frequentemente associada à distância das escolas em relação ao local de moradia, ao

cansaço causado em função da necessidade de dedicação à lavoura (CUNHA, 2021). Outro fator destacado por Lima, Araújo e Oliveira (2017) refere-se ao abandono escolar ocasionado pela mudança dos agricultores para os grandes centros urbanos com o intuito de começar a trabalhar em outras áreas.

Um estudo realizado na região do Seridó Potiguar, em 14 comunidades-núcleo e outras 15 comunidades adjacentes de quatro municípios: Lagoa Nova, Acari, Caicó, Parelhas, identificou que 18,7% são analfabetos, 72,6% cursaram até, no máximo, a quarta série do ensino fundamental e apenas 23,2% concluíram o ensino médio (ANDRADE; SOUZA; SILVA, 2013). Apesar desses índices, os autores verificaram que, para os mais jovens, o acesso à educação melhorou. Dentre os entrevistados nascidos a partir de 1980, nenhum relatou ser analfabeto e a maior parte dos que concluíram o ensino médio estão nessa faixa etária (ANDRADE; SOUZA; SILVA, 2013).

Quanto à composição familiar dos entrevistados, o número de filhos é de 1 a 3 filhos. A diminuição na quantidade de filhos nas atuais comunidades ocorre pelo incentivo por parte dos familiares à educação escolar e o uso de métodos contraceptivos que aumentou dentro das comunidades rurais (SILVA *et al.*, 2021; MOTA *et al.*, 2021). Em uma pesquisa realizada por Mota *et al.* (2021) a uma comunidade rural com 259 mulheres das quais 175 usam algum tipo de método contraceptivo, no estudo de Silva *et al.* (2021) os homens possuem maior resistência em usar algum método contraceptivo. Os dados acima revelam que são necessárias políticas públicas voltadas à saúde sexual de mulheres e homens em comunidades rurais.

Quanto à procedência familiar, 87,5% dos entrevistados sempre moraram na comunidade. De acordo com os relatos obtidos, os moradores não têm intenção de sair da comunidade rural para a zona urbana e pontuam a tranquilidade da vida no campo como principal fator. Esses dados também demonstram baixa taxa de migração e ressaltam que os laços de afetividade ao local estão presentes, sugerindo que o conhecimento agrícola vem passando de geração a geração, embora Tiherró e Picolotto (2022), com base em estudos sobre a migração em comunidades, afirmem que a taxa de migração dos agricultores é elevada.

Levando em consideração o tipo de posse de terra, 37,5% dos entrevistados são proprietários diretos da terra, enquanto 62,5% adquiriram a terra por meio de herança. De acordo com Retière e Marques (2019), o ambiente rural oferece maior qualidade de vida por aspectos como a moradia, alimentação e trabalho. Além da tranquilidade, vida menos

agitada e o contato direto com a natureza são fatores que reforçam a permanência das pessoas que já vivem nestes locais e que atraem outras a irem ou retornarem ao campo.

A produção agroecológica na Comunidade São Francisco/Teixeira/PB

Em relação à produção agroecológica, antes de iniciar o cultivo no solo é necessário que o agricultor procure se informar sobre as condições edafoclimáticas da sua área. Na comunidade estudada, as informações fundamentais ao desenvolvimento da agricultura foram repassadas por familiares.

As espécies mais cultivadas pelos agricultores da comunidade estão apresentadas na tabela 1. Conforme informações cedidas pelos entrevistados, a produção é baseada na agricultura de sequeiro, onde as espécies de cultivo são selecionadas por resistirem aos períodos de estiagem. Quanto às formas de implantar as culturas, 62,5% dos agricultores utilizam mudas, estacas e semente, o que nos indica o plantio de espécies mais permanentes e 37,5% fazem apenas semeadura, trabalham mais com cultivos temporários. De acordo com as respostas, constatou-se que há maior diversificação entre as frutíferas.

A preferência dos agricultores por espécies frutíferas se dá por algumas destas culturas terem ciclo semestral e pelo seu valor no mercado (POMPEU *et al.*, 2011). A fruticultura é uma boa opção para o agricultor que possui pequena área, devido a sua alta comercialização que anualmente movimenta mais de US\$ 200 bilhões no mundo (SABIÃO *et al.*, 2021). De acordo com os mesmos autores, o Brasil produz mais de 40 milhões em toneladas de frutas, o que o torna o terceiro maior país produtor no mundo.

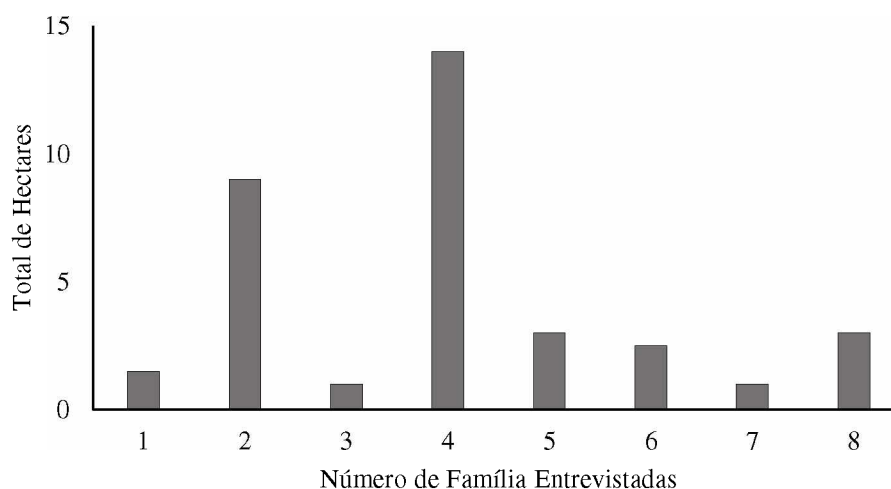
A extensão de propriedade é um fator importante principalmente no sentido de produção. De acordo com os dados coletados, o tamanho das propriedades variou de 1 a 14 hectares (figura 5). Segundo Andrade, Souza e Silva (2013), a extensão da propriedade pode impossibilitar a diversificação de culturas em determinado local, consequentemente limitar o tamanho da produção. Entretanto, os agricultores da comunidade estudada relataram que conseguem diversificar suas produções e têm organizado o calendário sazonal, que envolve os custos, à época do plantio, os tratos culturais, a época de colheita e o período de comercialização.

Tabela 1 – Hortaliças, frutíferas e grãos mais encontradas na comunidade São Francisco/Teixeira/PB, de acordo com as respostas.

Nome Popular	Nome Científico
Hortaliças	
Coentro	(<i>Coriandrum sativum</i> L.)
Alface	(<i>Lactuca sativa</i> L.)
Pimentão	(<i>Capsicum annuum</i> L.)
Cebola	(<i>Allium cepa</i> L.)
Cebolinha	(<i>Allium schoenoprasum</i> L.)
Frutíferas	
Manga	(<i>Mangifera indica</i> L.)
Pinha	(<i>Annona squamosa</i> L.)
Umbu	(<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.)
Acerola	(<i>Malpighia emarginata</i> DC)
Goiaba	(<i>Psidium guajava</i> L.)
Tomate	(<i>Lycopersicon esculentum</i> L.)
Seriguela	(<i>Spondias purpurea</i> L.)
Morango	(<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> Duch.)
Maracujá	(<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.)
Graviola	(<i>Annona muricata</i> L.)
Caju	(<i>Anacardium occidentale</i> L.)
Coco	(<i>Cocos nucifera</i> L.)
Grãos	
Feijão-de-corda	(<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.)
Milho	(<i>Zea mays</i> var. <i>ceratina</i> Kuleshov)
Fava	(<i>Vicia faba</i> L.)

Fonte: Pereira (2022)

Figura 5 – Extensão das propriedades das famílias entrevistadas em hectares, na comunidade São Francisco/Teixeira/PB.



Fonte: Pereira (2022)

A comercialização dos produtos agroecológicos na Comunidade São Francisco /Teixeira/PB

Estas famílias produzem de forma agroecológica e afirmam que a comercialização do produto é rápida (87,5%), o que significa uma alta demanda pelo mercado consumidor. Sobre comercializar a produção, apenas 62,5% vendem. Destes, 50% comercializam na própria comunidade e apenas 12,5% vão para os mercados públicos, a exemplo da feira agroecológica. Os demais 37,5% produzem apenas para o consumo familiar.

Quanto ao beneficiamento da produção de frutíferas, 62,5% têm produção suficiente para comercializar. Em 50% dos casos, a produção é da fruta *in natura* e 12,5% comercializam em forma de polpa de fruta congelada. Na comunidade, não se identificou o beneficiamento em forma de fruta desidratada, doces, compotas, cocadas, dentre outras formas que tal beneficiamento além de aumentar o prazo para consumo, agrega valor à produção. Quando se perguntou aos agricultores se a renda advinda da venda dos seus produtos proporciona uma melhor qualidade de vida, todos responderam que sim. Durante a entrevista, nenhum dos entrevistados mencionou depender exclusivamente da comercialização agroecológica para sobrevivência. Segundo colocado por eles, alguns possuem trabalho extra, benefício do governo e auxílio de familiares próximos para manutenção das despesas mensais.

A agroecologia tem grande impulso na década de 1970 como uma agricultura alternativa de base ecológica e natural (MUNHOZ *et al.*, 2020). Os agricultores que praticam a agroecologia possuem uma produção diversa para o autoconsumo e venda. Com isso, garantem retorno financeiro, o que pode lhes conferir maior autonomia, bem como há uma percepção positiva a respeito da saúde da família devido à alimentação e ao ambiente saudável (SCHMIDT; KARAM, 2011).

Desafios enfrentados para produzir de forma agroecológica na comunidade São Francisco/Teixeira/PB

Em primeiro lugar, questionou-se quanto ao tempo para produzir de forma agroecológica e 75% respondeu que o tempo é o mesmo comparado à utilização de agroquímicos. Considerando que o tempo de cultivo se assemelha, destacam-se as outras vantagens para a saúde, tanto do produtor quanto do consumidor e para o meio ambiente. Estas questões ganharam maior relevância a partir da crise sanitária provocada pelo Coronavírus e as mudanças climáticas que impõem hábitos que gerem menores impactos ambientais, pois as atividades agrícolas contribuem com estas questões por desmatar áreas e pelo uso de derivados fósseis em sua cadeia produtiva.

Em toda produção agrícola, há necessidade de suporte técnico, seja em atividades de assistência técnica ou de extensão rural. Quanto à assistência técnica governamental, a maioria, ou seja, 62,5% afirmaram não contar enquanto 37,5% afirmam ter este apoio. Entretanto, reconhece-se a presença da Organização Não Governamental “Ação Social Diocesana de Patos – (ASDP)” que atua nesta área e apoiou esta pesquisa. A ASDP desenvolve atividades relacionadas à Extensão Rural, utilizando metodologias participativas, que gerem o empoderamento de cada família produtiva e que tenha interesse em desenvolver técnicas de produção agroecológica e orgânica.

De acordo com Silva, Pavinato e Ahlert (2018), a implantação de um sistema agroecológico não depende apenas do produtor rural. Em estudo realizado pelos mesmos autores a partir de um caso no assentamento Celso Furtado, em Quedas do Iguaçu-PR, o grupo estudado, composto por 30 famílias assentadas em 2005, iniciou a produção de alimentos orgânicos, mesmo com pouco conhecimento sobre essa forma de manejo. O incentivo para a adesão ao sistema agroecológico se deu pela influência de membros da ONG WWF-Brasil, bem como pelo próprio Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST).

Todavia, inicialmente o processo de transição para a produção agroecológica requer conhecimento em relação à área em que pretende implantar e, sobretudo, é importante o suporte técnico para a realização do manejo e comercialização. A falta dos elementos citados acima levou a praticamente todas as famílias abandonarem a produção orgânica, sendo que na época em que ocorreu a pesquisa apenas uma família mantinha essa modalidade de produção (SILVA; PAVINATO; AHLERT, 2018). Outros fatores relatados é sobre a aquisição de equipamentos modernos que facilitem a produção agroecológica (DIEDRICH; BIONDO; BULHÕES, 2021) e a ineficiência das políticas públicas podem ser responsáveis, apesar de no papel estarem bem planejadas, há falhas em sua aplicação para consolidação desse tipo de manejo em propriedades rurais (SANTOS; ARAÚJO, 2020).

Percepção sobre Meio Ambiente e Conservação do Solo na comunidade São Francisco/Teixeira/PB

O solo é um recurso natural essencial para o equilíbrio ecológico. Dentro dos ecossistemas, são necessários cuidados em relação ao seu manejo, pois ele demora décadas para sua renovação (MELO *et al.*, 2021). A utilização de compostos orgânicos como esterco bovino/caprino, vermicomposto, cobertura do solo e inoculação de microrganismos (TITO *et al.*, 2019; KUNLANIT; KHWANCHUM; VITYAKON, 2020; SILVA; CORDEIRO; ROCHA, 2022) melhoram e preservam as condições do solo.

Em relação à conservação do solo, todos os agricultores responderam que é uma prática fundamental, pois sua sobrevivência depende diretamente do que a terra pode lhes oferecer; para isso, o solo deve estar em boas condições para o desenvolvimento das espécies vegetais e, conseqüentemente, aumento na produção. Sobre as práticas utilizadas para a conservação do solo, 87,5% dos entrevistados afirmaram que utilizam a adubação com o esterco bovino, caprino, ovino, vermicomposto e cobertura morta.

Um dos fatores responsáveis por afetar a produtividade agrícola é o manejo do solo inadequado que pode provocar baixa fertilidade, erosão, compactação e poluição (MELO *et al.*, 2021), bem como a perda de carbono, diminuição da porosidade, redução da cobertura vegetal, além de queimadas para a “limpeza” do solo, processos que podem torná-lo infértil (BRITO *et al.*, 2020). De acordo com os relatos das famílias entrevistadas, eles procuram ao máximo conservar seus solos, ao ponto de não mais adotar a prática da queimada, muito comum há décadas.

Conforme a representação da figura 6, a sequência de imagens mostra que os agricultores entrevistados da comunidade São Francisco são adeptos a práticas que visam à produção sem agroquímicos. Praticamente todas as famílias entrevistadas utilizam defensivos naturais para controle e combate de pragas, bem como algumas famílias produzem seu próprio vermicomposto para ser utilizado como adubo no solo. Estes pequenos agricultores que optam pelo cultivo orgânico em sua propriedade possuem um papel fundamental para a manutenção do meio ambiente sadio, tornando-o mais estável em relação às mudanças que ocorrem dentro dos ecossistemas.

Figura 6 – Práticas orgânicas na comunidade São Francisco, Teixeira/PB. A (placa indicativa do espaço para armazenamento das sementes), B (depósitos utilizados para armazenar as sementes), C (composteira artesanal), D (depósito para armazenamento de defensivos naturais).



Fonte – Pereira (2022)

O solo é um dos grandes mitigadores das mudanças climáticas, em especial, no interior da região Nordeste em que os índices pluviométricos estão concentrados em quatro meses e o clima é semiárido. As práticas inadequadas de manejo do solo podem contribuir negativamente para a degradação e a desertificação, registrando-se um rápido aumento nestas áreas nas últimas décadas (MELO *et al.*, 2021).

A conservação do solo é importante para o meio ambiente e para as atividades pautadas na agroecologia. Nesse sentido, é importante a utilização de técnicas que favoreçam seu manejo associando à sustentabilidade ambiental. Com isso, a produção agroecológica se utiliza da adubação verde, consorciação e rotação de culturas evitando a degradação dos solos, a contaminação da água e o surgimento de pragas (SILVA; POLLI, 2020).

Segurança Alimentar e Saúde relacionados à produção Agroecológica na comunidade São Francisco/Teixeira/PB

Diante da pergunta, acreditava-se que os agroquímicos poderiam influenciar na qualidade dos alimentos; 100% responderam que sim, 87,5% disseram que estes podem influenciar negativamente. Os agroquímicos geram diversos riscos às pessoas que realizam a manipulação, à segurança alimentar e ao meio ambiente, colocando em risco a fauna, a flora e a utilização dos recursos naturais (MOREIRA *et al.*, 2002). Todos os entrevistados responderam que os agroquímicos podem representar algum risco à saúde, que os alimentos orgânicos são saudáveis. Nas palavras dos entrevistados: “são produzidos naturalmente”, “sem utilização de venenos” além de serem “confiáveis”.

A utilização dos agroquímicos primeiros produtos químicos à base de enxofre, cal, arsênio e fósforo tem origem no século XIX. No século seguinte, o uso de agroquímicos ocasionou mudanças nos modelos de produção e cultivo (CAJAMARCA *et al.*, 2020). A partir da década de 1960, com a revolução verde, houve um vasto aumento na produção agrícola e a introdução de alimentos industrializados que mudou o padrão alimentar da população (ASSIS; SILVA; SILVEIRA, 2021).

Atualmente, com a busca por uma melhor qualidade de vida, incluindo preocupação com a conservação ambiental, diversos consumidores vêm adotando um estilo de compras mais sustentáveis, incluindo os alimentos orgânicos, com foco na própria saúde e de sua família em consonância com a proposta de desenvolvimento ambiental sustentável (EBERLE *et al.*, 2019).

Importante reconhecer que a má alimentação intensifica o surgimento de doenças como a hipertensão, sobrepeso e desnutrição e que pode potencializar outras como depressão, problemas cardiovasculares e diabetes (ASSIS; SILVA; SILVEIRA, 2021). Diferentemente dos produtos que utilizam os agroquímicos, os orgânicos possuem mais nutrientes, vitaminas, minerais e antioxidantes, que contribuem para a saúde e menor risco ao surgimento de doenças (SILVA; POLLI, 2020).

Os agroquímicos dispersos no meio ambiente podem comprometer os componentes vivos e não-vivos dentro dos ecossistemas desestabilizando o equilíbrio ecológico. Além disso, devido à baixa solubilidade, evaporam ou se ligam a partículas do solo e através do vento podem ser transportadas a diversos lugares (CAJAMARCA *et al.*, 2020).

4 CONCLUSÕES

A pesquisa realizada nas dimensões sociais e ambientais demonstra a importância da agricultura familiar para o município e para a comunidade estudada. As famílias entrevistadas que produzem de forma agroecológica afirmaram que tanto a comercialização do produto quanto a produção ocorrem de forma rápida. Os agricultores que participaram ressaltam que a prática da agroecologia em suas propriedades proporciona melhor qualidade de vida, garantindo alimentação saudável e rendimento financeiro, contudo ainda se faz necessário suporte técnico para que os produtores consigam produzir outros tipos de alimentos.

Além disso, os agricultores demonstram clareza sobre os efeitos adversos da utilização de agroquímicos no combate às pragas, da realização de queimadas para limpeza do solo e salientam que estas práticas posteriormente podem trazer desequilíbrio ao solo e redução da produtividade das culturas. Esses cuidados ambientais fortalecem a relação do ser humano para com o desenvolvimento ambiental, restaurando o equilíbrio ecológico entre a natureza e o homem.

A partir das entrevistas, foi possível vislumbrar o contentamento dos agricultores para com o local em que residem e com o modo que produzem alimentos, apesar da instabilidade das condições climáticas da região. Contudo, destaca-se que os agricultores procuram manter o otimismo e buscam soluções aplicáveis a seu modo de vida e trabalho, embora haja necessidade de melhorias no setor rural para garantir uma vida digna ao produtor rural.

REFERÊNCIAS

- AESA. AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesawebsite/meteorologiachuvas/?formdate=&produto=municipio&periodo=anual>>. Acesso em: 01/01/2022.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GOLÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 06, p. 711-728, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>. Acesso em 07/11/ 2021.
- ANDRADE, A. J. P.; SOUZA, C. R.; SILVA, N. M. A Vulnerabilidade e a Resiliência da Agricultura Familiar em Regiões Semiáridas: o caso do Seridó Potiguar. **CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, v. 8, n. 15, p. 1-30, 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/63825>. Acesso em: 13/05/2021.
- ASSIS, L. L. R.; SILVEIRA, L. C.; DA SILVA, I. M. M. Agricultura orgânica e agroecologia como ferramenta de educação. **Educação em Foco**, v. 24, n. 42, p. 157-178, 2021. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/4579>. Acesso em: 01/01/2022.
- AZEVEDO, E.; SCHMIDT, W.; KARAM, K. F. Agricultura familiar orgânica e qualidade de vida: um estudo de caso em Santa Rosa de Lima, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 81-106, 2011. Disponível em: https://aba-agroecologia.org.br/ojs2/rbagroecologia/article/view/9946/pdf_1. Acesso em: 29/11/2021.
- BARATA-SILVA, A. W.; PEREIRA, V. S.; GOMES, L. A. A. Construindo saberes sobre desenvolvimento rural sustentável e agroecologia: uma experiência com extensão universitária. **Revista ELO–Diálogos em Extensão**, v. 8, n. 1, p. 15-23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21284/elo.v8i1.8232>. Acesso em: 11/08/2021.
- BRITO, D. R.; SILVA, C. M.; CARVALHO BERBARY, V. E.; CARVALHO, C. C. N.; NUNES, F. C.; GALLO, C. M. Salinização e degradação de solo: uma consequência da recepção com uso inadequado de tecnologia. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 1707-1719, 2020. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1100. Acesso em: 05/01/2022.
- CAJAMARCA, D. I.; GODOY, M. M. P., ESCOBAR, C. P. C., MATVEEV, L. A. V.; CÁRDENAS, M. L. V. Agroquímicos: enemigos latentes para los polinizadores y la producción de alimentos primarios que agonizan. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 65, p. 31, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7760495>. Acesso em: 26/08/2021.
- CARREÑO, N. E. F.; MERCHAN, J. D. S.; BAQUERO, Z. Y. V. La agricultura familiar agroecológica, una estrategia de desarrollo rural incluyente. Una

revisión. **Temas agrarios**, v. 24, n. 2, p. 96-107, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7537907>. Acesso em: 09/03/2022.

CAUMO, A. J.; STADUTO, J. A. R. Produção orgânica: uma alternativa na agricultura familiar. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)**, v. 12, n. 2, p. 45-64, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2177-4153.20140011>. Acesso em: 10/10/2021.

CUNHA, C. **O Processo de Permanência de Jovens no Campo: As Relações na Agricultura Familiar, Suas Formas de Produção e Escolaridade**. 2021. 51f. Monografia. Curso Licenciatura em Educação do Campo, Centro de Ciências da Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**, v. 70, n. 1, p. 28-30, 2002. Disponível em: <https://www.cdn.ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Plantio-1.pdf>. Acesso em: 22/10/2021.

DIEDRICH, G. E.; BIONDO, E.; BULHÕES, F. M. Agroecologia e Bem Viver como modo de vida e como modelo sustentável de produção agrícola e de consumo de alimentos. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 3, jul/set, p. 230-255, 2021. Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/view/2128>. Acesso em: 29/12/2021.

DUARTE, N. D. L.; SILVA, A. F.; SCHLINDWEIN, M. M.; MENDOZA, B. A. S. Agricultura Familiar Campesina: un análisis de la producción de cultivos tradicionales en el Departamento de Concepción-Paraguay. **Investigación Agraria**, v. 20, n. 2, p. 136-142, 2018. Disponível em: <http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v20n2/2305-0683-ia-20-02-136.pdf>. Acesso em: 28/01/2022.

EBERLE, L. E.; ERLO, F. L.; MILAN, G. S.; LAZZARI, F. Um estudo sobre determinantes da intenção de compra de alimentos orgânicos. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 94-111, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v13i1.1759>. Acesso em: 03/01/2022.

FERREIRA, C. D.; ALENCAR, F. T. M.; SOUTO, P. C.; ALENCAR, L. S.; BORGES, C. H. A. Soil organic carbon in a topo sequence in the semiarid of Paraíba, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e164953365-e164953365, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3365>. Acesso em: 21/01/2022.

GUANZIROLI, C. E.; DI SABBATO, A. Existe na agricultura brasileira um setor que corresponde ao "family farming" americano?. 2014. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, V. 52, Supl. 1, p. S085-S104, 2014 – Impressa em Fevereiro de 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/RjtBQqxjNBtzqmMh7vKN5Cy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15/10/2021.

GUZMÁN, E. S. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre**, v. 2, n. 1, p. 35-45, 2001. Disponível em:

<https://www.agriverdes.com.br/biblioteca/biblioteca/Agroecologia/Desenvolvimento%20Sustent%C3%A1vel%20e%20Agroecologia/Uma%20estrat%C3%A9gia%20de%20sustentabilidade%20a%20partir%20da%20Agroecologia.pdf>. Acesso em: 27/10/2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/teixeira.html>. Acesso em: 12/11/2020.

KUNLANIT, B.; KHWANCHUM, L.; VITYAKON, P. Land Use Changes Affecting Soil Organic Matter Accumulation in Topsoil and Subsoil in Northeast Thailand. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2020, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/8241739>. Acesso em: 03/01/2022.

LEITE, J. A. N.; ARAUJO, L. V. C.; ARRIEL, E. F.; CHAVES, L. F. C.; NOBREGA, A. M. F. Análise quantitativa da vegetação lenhosa da Caatinga em Teixeira, PB. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 89-100, 2015. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/584/409>. Acesso em: 21/01/2022.

LIMA, A. F.; ARAÚJO, B. V. S.; OLIVEIRA, C. S. P. Caracterização da agricultura familiar em assentamentos da região oeste do Rio Grande do Norte. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 1, p. 11-19, 2017. Disponível em: <http://revista.urcamp.tcche.br/index.php/RCR/article/view/156>. Acesso em: 17/11/2021.

MATOS, R. M.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, P. F.; FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. **Caracterização agroclimática e aptidão climática de culturas para Teixeira-PB**. Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303966673>. Acesso em: 10/02/2022.

MELO, N. C.; RIBEIRO, F.; COSTA, H. M. S. SOUZA, F. J. L.; SALES, E. C. G.; MELO, N. F. B.; LIMA, M. C. Conservação do solo: um estudo de caso sobre o processo de ensino e aprendizagem no campus agrícola do Instituto Federal do Amapá. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e22810615723-e22810615723, 2021. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15723>. Acesso em: 24/12/2021.

MORAES, M. D.; OLIVEIRA, N. A. M. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, v. 3, n. 1, p. 19-37, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18616/rdsd.v3i1.3372>. Acesso em: 23/09/2021.

MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S.; MEYER, A.; OLIVEIRA-SILVA, J. J.; CURI, R. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/6dhP7dyPDNVqfTrn4ccKqJF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 02/01/2022.

MOTA, G. S.; NASCIMENTO, D. F. B. D.; SOUZA, B. B. S. D.; PORTO, P. N.; PALMEIRA, C. S.; OLIVEIRA, J. F. D. Determinantes sociais de saúde e uso do preservativo nas relações sexuais em mulheres rurais. **Cogitare Enfermagem**, v. 26, p.

1-12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/ce.v26i0.76891>. Acesso: 23/04/2022.

MUNHOZ, M. Z.; SOARES, J. P. G.; JUNQUEIRA, A. M. R.; SALES, P. C. M. Impactos ambientais da implantação do sistema de produção agroecológica integrada e sustentável (PAIS) em unidades familiares do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 5, p.280-290, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1131420/1/Joao-Paulo-Impactos-ambientais.pdf>. Acesso em: 30/12/2021.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos avançados**, v. 29, n. 83, p. 183-207, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000100010>. Acesso em: 22/10/2021.

POMPEU, G. S. S.; ROSA, L.; ARAÚJO, S. L. F.; ARAÚJO, A. B. B.; SILVEIRA, E. L. Influência das características socioeconômicas de agricultores familiares na adoção de sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 54, n. 1, p. 33-41, 2011. Disponível em: <http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/92>. Acesso em: 28/10/2021.

RETIÈRE, M.; MARQUES, P. E. M. A justiça ecológica em processos de reconfiguração do rural: estudo de casos de neo-rurais no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 490-503, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/Fs6rcHdrJgShSB8vkG7hhTp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24/12/2021.

SABIÃO, R. R.; BRUGNARA, E. C.; MARCHI, T.; TORMEM, I. Tendências de mercado e o potencial do Oeste Catarinense para a fruticultura. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, p. 11-14, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/1137>. Acesso em: 27/12/2021.

SANTOS, J. Y. G.; CUNHA, T. B.; VIANNA, P. C. G. Conflito pelo uso da água no Sertão Paraibano: O estudo de caso do Açude São Francisco II, Teixeira (PB). **Cadernos do Logepa**, v. 6, n. 2, p. 140-160, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275655920_Conflito_pelo_uso_da_agua_no_sertao_paraibano_o_caso_do_Acude_Sao_Francisco_II. Acesso em: 19/08/2021.

SANTOS, T.; ARAÚJO, J. Sucessão geracional e políticas públicas na agricultura familiar: um diálogo necessário. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 17, n. 34, p. 481-195, 2020. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020D/sucessao.pdf>. Acesso em: 30/12/2021.

SILVA, A. L.; CORDEIRO, R. S.; ROCHA, H. C. R. Aplicabilidade de microrganismos eficientes (ME) na Agricultura: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e32311125054-e32311125054, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25054>. Acesso em: 26/01/2022.

SILVA, D. A.; POLLI, H. Q. A importância da agricultura orgânica para a saúde e o meio ambiente. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 505-516, 2020.

Disponível em:

<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/825>. Acesso em: 14/12/2021.

SILVA, E. F.; PAVINATO, J. M. S.; AHLERT, A. Desafios da produção agroecológica no assentamento Celso Futado em Quedas do Iguaçu-Pr. **Revista GeoPantanal**, v. 13, n. 24, p. 35-52, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.ufms.br/index.php/revgeo/article/view/6299>. Acesso em: 27/10/2021.

SILVA, M. P.; CARDOSO, L. C. S.; EBERHARDT, E.S.; RODRIGUES, J. V. C.; BENDL, A. L. Fatores que interferem na escolha de método contraceptivo no planejamento familiar. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 9, n. 1, 2021.

Disponível em:

https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/saude_desenvolvimento/article/view/7236. Acesso: 23/04/2022.

TIHERRO, R. M.; PICOLOTTO, E. L. Persistência e Migração na Agricultura Familiar: Análise dos Municípios de São Luiz Gonzaga/RS e Constantina/RS. **Revista Grifos**, v. 31, n. 57, p. 01-27, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.22295/grifos.v31i57.6738>. Acesso em: 15/04/2022.

TITO, G. A.; CHAVES, L. H. G.; SOUZA, F. G.; CAVALCANTE, A. R.; FERNANDES, J. D.; VASCONCELOS, A. C. F. Efeito do vermicomposto enriquecido com pó de rochas na química do solo e cultura de rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 4, p. 506-511, 2019.

Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7185349>. Acesso em: 03/01/2022.

CAPÍTULO 2

EFEITO DA APLICAÇÃO DE VERMICOMPOSTO E DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Spondias tuberosa* Arr. Câm. E BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO

EFEITO DA APLICAÇÃO DE VERMICOMPOSTO E DA INOCULAÇÃO MICORRÍZICA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Spondias tuberosa* Arr. Câm. E BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da aplicação de vermicomposto e da inoculação micorrízica na produção de mudas de *S. tuberosa* e na qualidade do solo. Os experimentos com *S. tuberosa* foram realizados em casa de vegetação da UFCG, Patos-PB. Os experimentos foram realizados em condição do solo autoclavado (SA) e solo natural (SN) por 120 dias. O delineamento em cada experimento foi inteiramente casualizado com seis tratamentos: V0, V0+FMA, V25, 25+FMA, V50, V50+FMA e cinco repetições. Foram avaliados altura, diâmetro, número de folhas, MSPA, MSRA, MFPA, MFRA e a estimativa da área foliar. Para as amostras do solo ao final do experimento, foram avaliadas as propriedades químicas (pH, P, K⁺, Na, Ca²⁺+Mg²⁺, H+Al³⁺, carbono orgânico) e microbiológicas (RBI, RBS, CBM, qCO₂, qMIC, atividade da β-glicosidase, fosfatase, arilsulfatase e número de glomerosporos). Em relação ao experimento em SA, as mudas apresentam melhor desenvolvimento (altura, diâmetro e número de folhas) com adição de V25, V25+FMA, V50 e V50+FMA. Para MSPA, MSRA, MFPA, MFRA e estimativa de área foliar. Os tratamentos V25, V25+FMA e V50 promoveram os melhores resultados. No experimento com SN, o aumento do número de folhas ocorreu em V25 e V50, enquanto as demais variáveis não foram influenciadas pelos tratamentos. Para as propriedades do solo, tanto em SA quanto em SN a aplicação de vermicomposto combinado ou não com FMA incrementou o teor de Na, P, Ca+Mg, CO, pH e diminuiu o teor de K. O CBM, RBS, RIS aumentaram com a adição de V50 e V50+FMA, independentemente da condição de solo. O qCO₂ e o qMIC foram fortemente influenciados pela adição de vermicomposto e o número de esporos não apresentou variação entre os tratamentos em SA e SN. De modo geral, o tratamento V50 estimulou a atividade das enzimas em SA, especialmente da arilsulfatase. Em SN, a resposta das enzimas é influenciada pela taxa de aplicação e presença ou não de FMA. Em SA e SN o tratamento V25+FMA se mostrou promissor em relação ao crescimento de mudas *S. tuberosa*, enquanto o V50 e V50+FMA promovem mudanças significativas no funcionamento biológico do solo que precisam ser melhor investigadas em experimentos de longa duração.

Palavras-chave: Interação planta-microrganismo, agricultura sustentável, conversão de resíduos orgânicos.

**EFFECTS OF VERIMMAPHY APPLICATION AND Mycorrhizal
INOCULATION ON SEEDLING PRODUCTION OF *Spondias tuberosa* Arr.
Câm. AND SOIL MICROBIAL BIOMASS**

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the influence of vermicompost application and mycorrhizal inoculation on *S. tuberosa* seedling production and soil quality. The experiments with *S. tuberosa* were performed in the greenhouse of UFCG, Patos-PB. The experiments were conducted in autoclaved soil (SA) and natural soil (SN) conditions for 120 days. The design in each experiment was entirely randomized with six treatments: V0, V0+FMA, V25, 25+FMA, V50, V50+FMA and five repetitions. Height, diameter, number of leaves, MSPA, MSRA, MFPA, MFRA and the estimation of leaf area were evaluated. For the soil samples at the end of the experiment, chemical (pH, P, K⁺, Na, Ca²⁺+Mg²⁺, H+Al³⁺, organic carbon) and microbiological (RBI, RBS, CBM, qCO², qMIC, activity of β -glycosidase, phosphatase, arylsulfatase and number of glomerospores) properties were evaluated. Regarding the experiment in SA, seedlings show better development (height, diameter and number of leaves) with addition of V25, V25+FMA, V50 and V50+FMA. For MSPA, MSRA, MFPA, MFRA and leaf area estimate. The treatments V25, V25+FMA and V50 promoted the best results. In the SN experiment, the increase in leaf number occurred in V25 and V50, while the other variables were not influenced by the treatments. For the soil properties, both in SA and SN the application of vermicompost combined or not with AMF increased the content of Na, P, Ca+Mg, CO, pH and decreased the K content. The CBM, RBS, RIS increased with the addition of V50 and V50+FMA, regardless of soil condition. The qCO² and qMIC were strongly influenced by vermicompost addition and the number of spores showed no variation among treatments in SA and SN. In general, the V50 treatment stimulated the activity of enzymes in SA, especially arylsulfatase. In SN, the response of enzymes is influenced by the application rate and the presence or absence of AMF. In SA and SN the V25+MAFMA treatment showed promise regarding the growth of *S. tuberosa* seedlings, while V50 and V50+MAFMA promote significant changes in soil biological functioning that need to be better investigated in long-term experiments.

Keywords: Plant-microorganism interaction, sustainable agriculture, organic waste conversion.

1 INTRODUÇÃO

A expansão de áreas degradadas no semiárido tem aumentado o interesse na utilização de práticas sustentáveis para produção de alimentos e para redução do uso de agroquímicos (ARASHIRO *et al.*, 2018). Nesse contexto, a introdução de substratos orgânicos ricos em macro e micronutrientes tem sido amplamente utilizada para melhorar a fertilidade do solo, a relação solo-planta e estimular o desenvolvimento de mudas de diversas espécies. Entre os substratos orgânicos disponíveis, destaca-se o vermicomposto, que é produzido pela reciclagem de resíduos orgânicos por minhocas em conjunto com os microrganismos do seu trato digestivo (PRISA, 2019). A ação das minhocas promove a transformação da matéria orgânica recente em matéria orgânica estabilizada (SENA *et al.*, 2019) que é popularmente conhecida como húmus de minhoca.

Além dos substratos orgânicos como o vermicomposto, a aplicação de insumos microbianos vem se expandido como uma alternativa à aplicação de fertilizantes químicos, especialmente em solos com baixa fertilidade e disponibilidade de água (SANTOS *et al.*, 2014). Entre os principais grupos de microrganismos utilizados destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) que formam simbioses mutualísticas com as raízes da maioria das plantas (SMITH; READ, 2008). Na associação micorrízica arbuscular, a planta fornece fotossintatos para os FMA, que em troca fornece à planta, água e nutrientes do solo (especialmente P) (PADRÓN-RODRÍGUEZ *et al.*, 2020; GOIS *et al.*, 2019; BENNETT; MEEK, 2020).

Os efeitos da aplicação de vermicomposto e de FMA sobre a composição e a atividade dos microrganismos do solo não são totalmente conhecidos e poucos trabalhos abordam o modo como a biomassa e a atividade microbiana respondem às mudanças ocorridas no solo em função da adição desses bioinsumos. Nesse sentido, é necessária uma melhor compreensão das respostas da biomassa microbiana em solos sob aplicação de diferentes insumos microbianos, uma vez que as propriedades microbianas do solo podem ajudar a entender as mudanças no ciclo de nutrientes e fornecer informações sobre a qualidade dos solos (BLAGODATSKAYA; KUZYAKOV, 2015).

No bioma caatinga, uma das espécies arbóreas que se destaca pela importância ambiental e sociocultural é a *Spondias tuberosa*, popularmente conhecida como umbuzeiro ou imbuzeiro, para diversas famílias da região semiárida conhecida como “árvore sagrada” devido às suas características morfológicas e fisiológicas (CRUZ; ANDRADE; FEITOSA, 2016). A *S. tuberosa* é uma planta xerófila, com folha decíduas,

adaptada a altas temperaturas, a solos com diferentes níveis de fertilidade e que apresenta potencial agrícola (MERTENS *et al.*, 2016). A venda *in natura* do umbu é uma fonte de renda importante para os agricultores da região semiárida nordestina (FERREIRA *et al.*, 2019). Conforme Menezes *et al.* (2017), o fruto pode ser utilizado na fabricação de sucos, doces, geleias e sorvete, agregando grande potencial econômico.

Um dos fatores que dificulta a propagação do umbuzeiro em larga escala é a dormência das sementes, que propicia uma emergência lenta e não uniforme e acaba fazendo com que os produtores se sintam desmotivados para cultivar esta espécie (SOUZA PIRES *et al.*, 2020). Poucos estudos foram realizados visando otimizar a produção de mudas desta espécie, as quais podem ser utilizadas na formação de pomares, agroflorestas e recuperação de áreas degradadas (CRUZ; ANDRADE; FEITOSA, 2016). Acredita-se que a inserção de substratos orgânicos e/ou insumos biológicos, conhecidos por favorecer a relação solo-planta e estimular o desenvolvimento de mudas de diversas espécies, constitui uma alternativa viável para a produção de mudas de umbuzeiro.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da aplicação de vermicomposto e da inoculação micorrízica na produção de mudas de umbuzeiro e nas propriedades microbianas do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UAEF) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no município de Patos, Paraíba. De acordo com a classificação de Köppen, o clima do local é do tipo Bsh (ALVARES *et al.*, 2014), caracterizado por altas temperaturas e irregularidade pluviométrica. A precipitação média anual fica em torno de 600mm e a temperatura média de 30 °C (ALVARES *et al.*, 2014).

2.2 Coleta e preparo do solo

O solo para a realização dos experimentos foi coletado na profundidade de 0-20 cm, na comunidade São Francisco, localizada no município de Teixeira, Paraíba. As características químicas do solo original são apresentadas na Tabela 2, foram realizadas

no Laboratório de solos e água (LASAG). Após a coleta o solo, este foi seco à sombra, destorroado e peneirado em malha com abertura de 2 mm.

Tabela 2 – Características químicas, do solo coletado na comunidade São Francisco – Teixeira – PB.

Características químicas							
pH (Cacl 2)	P (mg/dm ³)	K	Na	Ca+Mg	H+Al	CO g kg ⁻¹	MO %
6,2	13,1	0,78	0,5	3,8	12	13,84	23,76

Fonte: Pereira (2022)

2.3 Obtenção das mudas

As sementes de umbu (*S. tuberosa*) foram cedidas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). As sementes foram desinfestadas superficialmente com hipoclorito de sódio 0,5 % por 5 min e lavadas várias vezes com água destilada. Para superação da dormência, as sementes foram escarificadas manualmente na porção proximal e distal, com auxílio de folhas de lixa de massa/madeira A257 (80), seguida de imersão em água destilada por 24 horas. Na sequência, as sementes foram semeadas em copos plásticos (200 ml), contendo areia lavada e autoclavada (121° C/1 hora).

2.4 Obtenção dos isolados de FMAs

Os inóculos de *Acaulospora longula* (UFPE – 006) e *Fuscutata heterogama* (UFPE - 007) foram obtidos da coleção do Laboratório de Micorrizas da Universidade Federal de Pernambuco (URM-FMA, Recife-PE) tabela 3.

Tabela 3 – Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) inoculados nas mudas de *Spondias tuberosa* (umbuzeiro).

Espécies de FMA	Código de origem	Nº de esporos/g Solo Inóculo (SI)	SI aplicado por muda (g)
<i>Acaulospora longula</i>	UFPE – 006	63,4	1,58
<i>Fuscutata heterogama</i>	UFPE – 007	5,8	17,3

Fonte: Pereira (2022)

2.5 Caracterização do Vermicomposto

O vermicomposto usado no experimento teve como matéria-prima esterco bovino (produto comercializado pela empresa Solo Santo). A minhoca utilizada no processo de vermicompostagem foi a vermelha da Califórnia, cujo nome científico é *Eisenia foetida*. A caracterização química do vermicomposto (Tabela 4) foi realizada no Laboratório Análises de Solo e Produtos Agrícolas (Soloagri) LTDA – Petrolina, PE.

Tabela 4 – Características químicas do vermicomposto utilizado nas mudas de *Spondias tuberosa*.

pH (H ₂ O) (1:2,5)	M.O (g .kg ⁻¹)	Umi (%)	Macronutrientes (g .kg ⁻¹)		Micronutrientes (mg .kg ⁻¹)	
6,6	149,5	5,2	N	12,5	B	17
			P	3,89	Cu	50
			K	6,0	Fe	15920
			Ca	23,3	Mn	607
			Mg	14,4	Zn	160
			C	86,7	Na	410
			C/N	6/1		

Fonte: Pereira (2022)

2.6 Montagem do experimento e Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, os tratamentos foram três doses de vermicomposto (0, 25 e 50%), dois tratamentos de inoculação micorrízica (com inoculação e sem inoculação). Foram realizados dois experimentos com esses tratamentos, sendo um com solo autoclavado (SA) e solo natural (SN) com total de 30 mudas para cada experimento.

Após a germinação, plântulas com duas folhas foram transplantadas para sacos pretos de polietileno (2 kg) contendo solo natural ou autoclavado e as quantidades estabelecidas de vermicomposto (0, 25 e 50%). Para o experimento com solo autoclavado, o solo foi previamente peneirado e desinfetado em autoclave a 121 °C por três períodos de 1h cada. Posteriormente, essa porção de solo foi seca em estufa a 100 °C durante 24 horas. Os tratamentos envolvendo FMA receberam solo-inóculo contendo aproximadamente 200 esporos de FMA (*Acaulospora longula* + *Fuscutata heterogama*)

que foi transferido para a região das raízes. Por outro lado, os tratamentos sem FMA receberam solo-inóculo autoclavado e 10 ml de filtrado, isento de propágulos de FMA, obtido por meio da suspensão de solo-inóculo de FMA em água destilada autoclavada (1:10). A suspensão foi agitada e mantida em repouso por 10 minutos; em seguida, foi filtrada utilizando uma peneira de 45 μm . Essa etapa foi realizada com o objetivo de reincorporar a microbiota presente no solo-inóculo.

As plantas foram mantidas em casa de vegetação por 120 dias. Durante esse período, foram regadas com água deionizada para manter o teor de água do solo em aproximadamente 70% da capacidade de campo. Os experimentos foram conduzidos em condições de luz natural.

3 AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO

3.1 Material Vegetal

Durante a condução dos experimentos, foram avaliados: altura, diâmetro do caule e número de folhas das plantas com intervalos de 30 dias entre as avaliações a partir do estabelecimento dos experimentos. A altura das plantas foi conduzida com o auxílio de uma fita métrica, o diâmetro do caule à altura do colo foi mensurado com o auxílio de um paquímetro e a contagem do número de folhas foi realizada manualmente. Ao final da condução dos experimentos (120 dias), as plantas foram colhidas e divididas em parte aérea e raiz, seguindo a pesagem da massa fresca. Além disso, a biomassa radicular e a aérea das plantas foram secas em estufa de circulação de ar a 65 °C até a obtenção de peso constante para determinação da massa seca. A estimativa da área foliar foi realizada conforme Albuquerque *et al.* (2011).

3.2 Características do solo

3.2.1 Propriedades químicas

O pH do solo foi determinado em solução solo: CaCl_2 (1:2,5) (SILVA, 2009). A acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) foi mensurada após extração com acetato de cálcio (EMBRAPA, 1997). O fósforo, o sódio e o potássio (P, Na, K^+) foram extraídos com solução Mehlich I, sendo o P quantificado por espectrofotometria, o Na e K^+ por fotometria de chama (SILVA, 2009). O cálcio e o magnésio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) foram extraídos

com cloreto de potássio (KCl 1N) e quantificados por titulometria (SILVA, 2009; DONAGEMA, *et al.*, 2011). O carbono orgânico do solo foi mensurado por oxidação do carbono por via úmida (WALKLEY-BLACK), conforme Tedesco *et al.* (1995), realizada no Laboratório de Solos e Água da Universidade Federal de Campina Grande (*Campus Patos*).

3.2.2 Propriedades microbiológicas

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi estimado pelo método de fumigação-extração (VANCE; BROOKES; JENKINSON, 1987). O C extraído das amostras fumigadas e não fumigadas foi convertido em carbono microbiano, aplicando-se um fator de correção (Kc) de 0,38. A respiração basal do solo (RBS) foi mensurada pela quantificação do CO₂ liberado durante sete dias de incubação do solo em sistema fechado (ALEF; NANNIPIERI, 1995). A respiração induzida por substrato (RIS) foi determinada pelo CO₂ evoluído 24h após a adição de glicose a 1% como substrato. A quantidade de CO₂ produzida na RBS e na RIS foi capturada em solução de NaOH e posteriormente titulada com HCl (ALEF; NANNIPIERI, 1995). O quociente metabólico do solo ou qCO₂ (RBS/CBM) foi calculado de acordo com a proposta de Anderson e Domsch (1985). O quociente microbiano (qMIC) que representa a relação entre o CBM e o CO foi determinado de acordo com Anderson e Domsch (1993). As avaliações foram realizadas no laboratório de Microbiologia Geral da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande (*Campus Patos*).

As atividades da β -glicosidade (EIVAZI; TABATABAI, 1988), fosfatase (TABATABAI; BREMMER, 1969) e arilsulfatase (TABATABAI, 1994) foram determinadas pela liberação do p-nitrofenol após incubação do solo com os substratos específicos (*p*-nitrofenol- β -D-glicopiranosídeo e *p*-nitrofenil fosfato, *p*-nitrofenil sulfato respectivamente) realizadas no Laboratório de Micorrizas da UFPE.

3.3 Avaliação Micorrízica

3.3.1 Número de glomerosporos

A extração dos esporos foi realizada a partir de alíquotas de 50 g de solo, segundo as técnicas de peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLSON, 1963) e centrifugação

em água e sacarose (JENKINS, 1964). Os glomerosporos foram quantificados, separados por morfotipos com auxílio de estereomicroscópio (40x). A avaliação do número de esporos foi realizada no laboratório de Parasitologia Veterinária da UFCG, *Campus* de Patos.

3.4 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), utilizando o software SISVAR 5.6 (Build 92) (FERREIRA, 2011). Para o SA e SN, os dados referentes à altura, ao diâmetro, ao número de folhas, à massa fresca e seca da parte aérea e das raízes para as características químicas e microbiológicas foram transformados utilizando o LOG10. Para o número de esporos, foi usada a fórmula $x = \sqrt{(y+1)}$.

Além da análise univariada, o escalonamento multidimensional não métrico (NMS) foi utilizado para ordenar os tratamentos dos dois experimentos considerando as propriedades químicas microbiológicas do solo e a massa seca e fresca das mudas. O número de dimensões a ser interpretado foi selecionado considerando os critérios de estresse e estabilidade das soluções gráficas. A ordenação NMS foi realizada utilizando o programa PC-ORD 6 (MjM Software, Gleneden Beach, OR, EUA) (MCCUNE; MEFFORD, 2011). As relações entre as variáveis e distribuição dos tratamentos no espaço multidimensional foram exploradas por um *joint plot*. No *joint plot*, o tamanho e a direção dos vetores estão relacionados à correlação das variáveis com a ordenação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Respostas das características das plantas a inoculação com FMA e aplicação de vermicomposto

A aplicação de vermicomposto e a inoculação com FMA não promoveram efeito significativo nas características avaliadas em mudas de *S. tuberosa* aos 30 dias após o início dos experimentos (Tabela 5, 6 e 7). De acordo com Oliveira *et al.* (2019), as raízes tuberosas da *S. tuberosa*, conhecidas como xilopódios, funcionam como um dreno de carbono de alta atividade, incorporando a maior parte do carbono líquido da fotossíntese nessa região, permanecendo assim até a sua formação que tem duração média de 30 dias.

Em condições de solo autoclavado (SA), as mudas de *S. tuberosa* apresentaram maior altura com aplicação de V25, V25+FMA, V50 e V50+FMA em comparação ao tratamento com V0 e V0+FMA nas avaliações realizadas com 60, 90 e 120 dias (Tabela 5). Para o diâmetro do caule e número de folhas aos 60 e 90 dias, os resultados foram similares aos observados para a altura (Tabela 6). No entanto, aos 120 dias, apenas os tratamentos com aplicação de V25 e V50 contribuíram para o aumento do diâmetro do caule (Tabela 6) e V50 e V50+FMA para o aumento do número de folhas (Tabela 7).

No solo natural (SN), a altura das mudas não apresentou variação significativa entre os tratamentos ao longo dos períodos de avaliação (Tabela 5). Observou-se aumento do diâmetro nos tratamentos com aplicação de FMA e com aplicação única de V25 aos 60 dias (Tabela 6). Nas avaliações realizadas aos 90 e 120 dias, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 6). O efeito positivo no número de folhas foi observado nos mesmos tratamentos do SA (V25, V25+FMA, V50 e V50+FMA), entretanto, o aumento em SN foi registrado a partir de 90 dias do início do experimento (Tabela 7).

Tabela 5 – Altura das mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em solo autoclavado (SA) e solo natural (SN) aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio.

Tratamentos	Altura das mudas (cm)							
	30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120 DIAS	
	SA	SN	SA	SN	SA	SN	SA	SN
V0	19,12 a	23,06 a	22,17 c	32,00 a	25,85 b	39,38 a	26,50 c	40,76 a
V0+FMA	20,20 a	24,04 a	26,42 c	33,00 a	32,86 b	40,70 a	38,40 b	43,14 a
V25	25,12 a	23,30 a	49,05 a	40,10 a	55,85 a	43,60 a	58,62 a	44,68 a
V25+FMA	24,00 a	22,80 a	43,72 a	38,14 a	47,32 a	44,90 a	51,78 a	45,60 a
V50	21,30 a	22,60 a	35,80 b	34,60 a	46,96 a	39,42 a	50,10 a	41,00 a
V50+FMA	20,20 a	24,26 a	40,26 a	39,40 a	46,74 a	47,10 a	49,34 a	53,80 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%. V0 = sem vermicomposto e FMAs; V0+FMA = sem vermicomposto com FMAs; V25 = com 25% de vermicomposto; V25+FMA = com 25% de vermicomposto e FMAs; V50 = com 50% de vermicomposto; V50+FMA = com 50% de vermicomposto e FMAs.

Os resultados obtidos no SA demonstram que o uso do vermicomposto e FMA impacta positivamente na altura e diâmetro das mudas e o número de folhas, o que pode estar relacionado à maior disponibilidade de nutrientes no solo, como carbono orgânico e P com a adição de vermicomposto, que são amplamente conhecidos pelos benefícios ao desenvolvimento de mudas de diversas espécies (SANTOS *et al.*, 2014; MATOS *et al.*,

2020). Neste sentido, várias pesquisas demonstram que a utilização de FMAs favorece a absorção de P do solo pelas plantas, melhorando seu estado nutricional e incrementando seu crescimento. Além de promoverem a absorção de P e água, os FMAs disponibilizam para as plantas quantidades significativas de nitrogênio, seja na forma de NH^{4+} ou na de NO^{-3} .

Em estudo realizado com umbuzeiro utilizando composto orgânico e areia, ao final dos 240 dias de experimento, a maior média de diâmetro do colo foi 11mm (OLIVEIRA *et al.*, 2019). No presente estudo, os tratamentos que tiveram a adição do vermicomposto as mudas apresentaram 59 cm de altura e diâmetro com 06 a 08 mm ao final dos 120 dias, o que demonstra desempenho superior dos tratamentos testados. Em trabalho realizado por Araújo *et al.* (2001) com umbuzeiro ao final dos 70 dias de condução a média de altura das plântulas foi de 13,1 cm, enquanto que o número de folhas obteve uma média de 4,1cm. Os resultados obtidos no presente estudo para essas variáveis foram superiores em relação ao trabalho mencionado acima.

Tabela 6 – Diâmetro das mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em solo autoclavado (SA) e solo natural (SN) aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio.

Diâmetro das mudas (mm)								
Tratamentos	30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120 DIAS	
	SA	SN	SA	SN	SA	SN	SA	SN
V0	0,32 a	0,28 a	0,42 b	0,42 b	0,56 b	0,60 a	0,52 b	0,62 a
V0+FMA	0,32 a	0,34 a	0,52 a	0,50 a	0,54 b	0,58 a	0,60 b	0,66 a
V25	0,30 a	0,28 a	0,60 a	0,50 a	0,74 a	0,62 a	0,80 a	0,76 a
V25+FMA	0,30 a	0,28 a	0,50 a	0,50 a	0,62 b	0,62 a	0,64 b	0,68 a
V50	0,26 a	0,28 a	0,52 a	0,46 b	0,56 b	0,56 a	0,70 a	0,64 a
V50+FMA	0,26 a	0,28 a	0,50 a	0,56 a	0,58 b	0,66 a	0,62 b	0,74 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%. V0 = sem vermicomposto e FMAs; V0+FMA = sem vermicomposto com FMAs; V25 = com 25% de vermicomposto; V25+FMA = com 25% de vermicomposto e FMAs; V50 = com 50% de vermicomposto; V50+FMA = com 50% de vermicomposto e FMAs.

Tabela 7 – Número de folhas das mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em solo autoclavado (SA) e solo natural (SN) aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio.

Número de folhas								
Tratamentos	30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120 DIAS	
	SA	SN	SA	SN	SA	SN	SA	SN
V0	6,50 a	9,50 a	9,25 b	12,75 a	10,75 c	16,00 b	19,25 b	15,75 b
V0+FMA	5,40 a	9,20 a	10,60 b	13,60 a	16,80 c	18,00 b	18,00 b	17,60 b
V25	6,00 a	14,40 a	19,75 a	24,80 a	21,75 b	25,80 a	18,50 b	25,40 a
V25+FMA	6,20 a	13,60 a	22,00 a	20,60 a	22,40 b	25,60 a	21,80 b	25,20 a
V50	5,60 a	13,20 a	30,00 a	22,60 a	35,80 a	28,00 a	33,20 a	27,60 a
V50+FMA	5,76 a	13,40 a	20,25 a	23,40 a	26,25 b	29,80 a	28,00 a	28,80 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%. V0 = sem vermicomposto e FMAs; V0+FMA = sem vermicomposto com FMAs; V25 = com 25% de vermicomposto; V25+FMA = com 25% de vermicomposto e FMAs; V50 = com 50% de vermicomposto; V50+FMA = com 50% de vermicomposto e FMAs.

Para as mudas cultivadas em SA, as massas frescas e secas da parte aérea e das raízes foram positivamente afetadas pela aplicação simples de V25 e V50 e conjunta de V25+FMA (Tabela 8). A aplicação de vermicomposto isolada ou associada com FMA resultou em aumento significativo da estimativa da área foliar em comparação aos tratamentos sem aplicação (V0 e V0+FMA) (Tabela 8). No SN, não houve efeito significativo dos tratamentos para as massas frescas e secas da parte aérea e das raízes, bem como para estimativa da área foliar (Tabela 8), refletindo a função limitada dos FMA não nativos introduzidos em solos naturais. Experimentos realizados anteriormente indicaram que a utilização de substratos orgânicos em solos naturais pode alterar a composição das comunidades de FMAs, alterar a função dos FMAs e influenciar o desempenho de suas plantas hospedeiras (BEBBER; RICHARDS, 2022).

A utilização de sementes ou porta-enxertos pode ser um fator que influencia no ganho de biomassa pelas plantas. No experimento de 90 dias com adição de resíduos orgânicos em porta-enxertos de umbuzeiro, o diâmetro do caule foi 4,89, a média de MSPA foi 4,03g e da MSRA foi 0,40g (MEDEIROS *et al.*, 2015). Esses valores foram inferiores em relação aos dados alcançados neste e em demais trabalhos com umbuzeiro propagados via semente.

Tabela 8 – A Massa fresca da parte aérea (MFPA), Massa seca da parte aérea (MSPA), Massa fresca da raiz (MFRA), Massa seca da raiz (MSRA) e Estimativa da Área Foliar (EAF) das mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em solo autoclavado e natural.

Tratamentos	Massa Fresca		Massa Seca		Estimativa
	Parte Aérea	Raiz	Parte Aérea	Raiz	Área Foliar
	-----g-----				
Solo Autoclavado					
V0	4,43 b	32,63 b	1,47 b	4,12 b	42,02 c
V0+FMA	8,43 b	48,63 b	2,41 b	4,47 b	49,03 c
V25	24,74 a	126,62 a	7,39 a	20,49 a	84,90 a
V25+FMA	18,23 a	105,22 a	5,31 a	16,71 a	80,92 a
V50	19,45 a	83,06 a	4,91 a	16,69 a	66,38 b
V50+FMA	12,98 b	66,04 b	3,54 b	8,61 b	60,01 b
Solo Natural					
V0	12,93 a	69,63 a	2,92 a	15,26 a	67,03 a
V0+FMA	12,42 a	73,53 a	3,50 a	14,31 a	71,51 a
V25	13,46 a	72,22 a	3,96 a	12,60 a	59,20 a
V25+FMA	14,01 a	68,71 a	3,92 a	15,89 a	56,11 a
V50	12,05 a	48,66 a	3,20 a	11,67 a	64,61 a
V50+FMA	19,86 a	62,63 a	5,26 a	11,38 a	66,94 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%. V0 = sem vermicomposto e FMAs; V0+FMA = sem vermicomposto com FMAs; V25 = com 25% de vermicomposto; V25+FMA = com 25% de vermicomposto e FMAs; V50 = com 50% de vermicomposto; V50+FMA = com 50% de vermicomposto e FMAs.

Respostas das características do solo a inoculação com FMA e aplicação de vermicomposto

O uso de vermicomposto e a inoculação com FMA influenciou significativamente as propriedades químicas do solo, com exceção apenas da acidez potencial (H+Al) (Tabela 9). Em condições de SA e SN, a aplicação de vermicomposto combinado ou não com FMA aumentou o pH do solo em relação aos tratamentos sem aplicação (V0 e V0+FMA). Observou-se ainda que não houve diferença significativa entre os tratamentos com aplicação de vermicomposto (Tabela 9), o que demonstra o efeito tampão do vermicomposto no pH do solo, conforme relatado em estudo anterior com fertilizante orgânico que tem como base o esterco (KÖNINGER *et al.*, 2021). O efeito tampão,

juntamente com o teor de nutrientes e matéria orgânica, são considerados benefícios dos fertilizantes de esterco para a biodiversidade do solo (KÖNINGER *et al.*, 2021).

O uso de V50 isoladamente ou combinado com FMA (V50+FMA) foi responsável pelo menor teor de K e maior concentração de Na em relação aos outros tratamentos, tanto em SA quanto em SN (Tabela 9). A diminuição do K no solo pode estar relacionada com maior deposição de Na no solo, que pode ter ocorrido em virtude do elevado teor de Na no vermicomposto (Tabela 9). A substituição parcial do K por Na requer cautela, pois, devido à capacidade de Na em ocupar a CTC (capacidade de troca de cátions) na solução do solo, pode levar à salinização do solo (GUARNIERI *et al.*, 2021).

Em solo autoclavado (SA), os tratamentos V50 e V50+FMA aumentaram significativamente o teor de P em comparação aos demais tratamentos. No entanto, na aplicação combinada de V50+FMA, foram observados os maiores teores de P (Tabela 9). Quanto ao SN, o teor de P variou de acordo com a taxa de vermicomposto independentemente de ter ocorrido a inoculação com FMA, sendo maior com aumento da taxa aplicada e menor nos tratamentos sem aplicação (Tabela 9). Em estudo comparativo entre plantas micorrizadas e não micorrizadas, as plantas micorrizadas aumentaram significativamente a absorção de P, N e K em 36,3%, 22,1% e 18,5%, respectivamente, com aumento significativo da parte aérea, raiz e biomassa total de 36,3%, 28,5% e 29,7% (CHANDRASEKARAN, 2020). O uso simultâneo de micorriza e vermicomposto normalmente aumenta a absorção de P. Por outro lado, há trabalhos realizados com vermicomposto e FMAs, nos quais o composto orgânico inibe o processo de colonização micorrízica por disponibilizar elevadas quantidades de P no solo.

A adição de vermicomposto com ou sem FMA aumentou o Ca+Mg e CO em SA. Maiores valores foram encontrados nos tratamentos com V50 e V50+FMA, seguidos por V25 e V25+FMA (Tabela 9). Em condições de SN, a associação V50+FMA aumentou significativamente o teor CO, seguido pela aplicação de V50 em comparação aos demais tratamentos (Tabela 9). Esses resultados são decorrentes da elevada quantidade de matéria do vermicomposto. Lazcano *et al.* (2008) pontuaram que altos teores de CO e N no vermicomposto podem ser prejudiciais às plantas, devido à sua degradação facilitada pela microbiota do solo e consequente redução da concentração de oxigênio próximo às raízes.

O Ca e o Mg são elementos essenciais ao desenvolvimento e crescimento das plantas, exercendo funções essenciais nos mecanismos de defesas contra estresse abiótico e doenças (SENBAYRAM *et al.*, 2015; THOR, 2019). A deficiência de Mg provoca

divisão perturbada de assimilados entre raízes e brotos porque o suprimento de órgãos semiduros com produtos fotossintéticos é prejudicado (SENBAYRAM *et al.*, 2015).

A adição de vermicomposto ao solo e FMA pode melhorar não apenas a fertilidade do solo, mas também aumentar a estabilidade de agregados, a porosidade e a capacidade de retenção de água. Como é sabido, as plantas podem absorver nutrientes apenas da solução do solo. Portanto, compostos orgânicos ou microrganismos que possam aumentar a capacidade de retenção de água podem ajudar as plantas a absorver nutrientes (HOSSEINZADEH *et al.*, 2018).

Tabela 9 – Características químicas do solo autoclavado e natural usado na produção de das mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*).

Características Químicas							
Tratamentos	pH CaCl ₂	P mg/dm ³	K -----cmol/dm ³ -----	Na	Ca+Mg	H+AL	CO g kg ⁻¹
Solo Autoclavado							
V0	6,18 b	19,85 c	3,12 a	3,20 b	2,90 c	9,00 a	12,71 c
V0+FMA	5,90 b	20,30 c	2,89 a	4,00 b	2,78 c	9,20 a	14,37 c
V25	6,50 a	23,07 c	2,78 a	3,22 b	6,50 b	9,60 a	32,06 b
V25+FMA	6,56 a	21,19 c	2,80 a	3,46 b	6,46 b	9,00 a	32,53 b
V50	6,52 a	32,21 b	1,10 b	36,00 a	9,70 a	9,40 a	55,60 a
V50+FMA	6,90 a	42,30 a	1,08 b	37,00 a	9,58 a	9,00 a	55,89 a
Solo Natural							
V0	6,56 b	12,51 c	3,10 a	4,50 b	2,84 e	9,00 b	15,93 d
V0+FMA	6,60 b	12,76 c	2,96 a	4,00 b	2,90 e	9,00 b	16,83 d
V25	6,92 a	24,81b	3,08 a	8,80 b	6,96 c	9,00 b	30,45 c
V25+FMA	6,80 a	25,87 b	2,32 a	5,80 b	7,24 c	9,20 a	31,45 c
V50	6,92 a	40,29 a	1,88 b	33,00 a	10,00 a	9,60 a	46,28 b
V50+FMA	6,90 a	41,83 a	1,88 b	37,00 a	9,50 b	9,20 a	52,37 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%. V0 = sem vermicomposto e FMAs; V0+FMA = sem vermicomposto com FMAs; V25 = com 25% de vermicomposto; V25+FMA = com 25% de vermicomposto e FMAs; V50 = com 50% de vermicomposto; V50+FMA = com 50% de vermicomposto e FMAs.

Vários fatores devem ser considerados ao interpretar os efeitos dos fertilizantes orgânicos como o vermicomposto no metabolismo microbiana do solo, uma vez que se trata de um substrato de alta complexidade química, física e biológica. Desse modo, o manejo inadequado pode interferir na utilização do solo (CAJAMARCA *et al.*, 2020). Com isso, o uso de indicadores químicos e biológicos de qualidade é uma ferramenta importante para monitorar os efeitos em relação ao uso da terra (ROCHA *et al.*, 2022).

Houve diferença significativa para o carbono da biomassa microbiana (CBM) entre os tratamentos em condições de solo autoclavado e natural. Efeito positivo no CBM, em solo autoclavado, foi observado com a aplicação de vermicomposto e vermicomposto com FMA em comparação aos tratamentos com 0% de vermicomposto (Tabela 10). Destaca-se que os maiores valores foram registrados nos tratamentos com aplicação simples de 25% e 50% de vermicomposto. Para o solo natural, os maiores valores de CBM foram encontrados no tratamento com adição 50% de vermicomposto, seguido por 25% e 50% de vermicomposto com inoculação de FMA (Tabela 10). Diferentes mecanismos estão associados à alteração do CBM do solo; aumento do CBM do solo tem sido relatado quando há aumento de disponibilidade de substrato (entradas de C e N) no solo e/ou mudanças na estrutura e composição da comunidade microbiana (BOTTRILL *et al.*, 2020). Os resultados obtidos revelaram diferenças significativas no CBM entre tratamentos nas diferentes condições de solo, o que pode refletir alterações na diversidade e estrutura da comunidade das bactérias e fungos. Fierer *et al.* (2007) relataram que as comunidades microbianas do solo podem mudar de r-estrategistas (copiotróficos de rápido crescimento) para k-estrategistas (oligotróficos de crescimento lento) à medida que ocorrem mudanças na disponibilidade de nutrientes, principalmente quando influenciam a relação C: N.

A RBS e RIS apresentaram respostas semelhantes aos tratamentos aplicados em SA e SN, observando-se maior atividade respiratória com a aplicação de V50+FMA. Para RIS, também houve aumento com V50 em SN, corroborando com os resultados obtidos de carbono orgânico (CO). De acordo com Trombetta *et al.* (2020), um elevado nível de CO proporciona maior atividade dos microrganismos. Além disso, a adição de vermicomposto promove a entrada de microrganismos no solo que estão envolvidos na ciclagem de nutrientes (PRISA, 2020), o que pode aumentar a taxa respiratória.

No estudo realizado com porta-enxerto de umbuzeiro sobre atributos de fertilidade, os substratos com proporções de húmus com Plantmax® (composto por matéria orgânica de origem vegetal e vermiculita expandida) e húmus com areia se

destacaram em relação à disponibilidade de P, Ca, K e para as propriedades biológicas do solo CBM e RBS (MEDEIROS *et al.*, 2015) melhorando a fertilidade e a biomassa e a atividade microbiana. Esses resultados colaboram com os dados obtidos nessa pesquisa.

No solo natural, observou-se elevação do qCO_2 com aplicação de V25+FMA e V50 isolado ou combinado com FMA (V50+FMA) e declínio nos tratamentos sem vermicomposto. Por outro lado, o $qMIC$ foi mais elevado nos tratamentos sem aplicação de vermicomposto (V0 e V0+FMA). O qCO_2 fornece informações sobre os requisitos catabólicos da comunidade microbiana por um curto período (ANDERSON; DOMSCH, 1990; ANDERSON; DOMSCH, 2010). Assim, o declínio pode indicar o estabelecimento de uma comunidade microbiana que requer menos energia para sobreviver.

Tabela 10 – Características biológicas do solo autoclavado e natural das mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*).

Características Biológicas						
Tratamentos	RBI	RBS	CBM	qCO_2	$qMIC$	Nº de esporos
Solo Autoclavado						
V0	127,59 d	50,25 c	120,23 c	0,42 c	0,95 a	342 a
V0+FMA	167,49 d	62,11 c	119,39 c	0,53 b	0,83 a	486 a
V25	228,09 c	72,27 c	210,85 a	0,34 c	0,66 b	525 a
V25+FMA	291,79 b	118,42 b	168,99 b	0,71 a	0,53 c	359 a
V50	308,17 b	128,98 b	205,67 a	0,63 a	0,37 d	319 a
V50+FMA	355,62 a	151,29 a	189,97 b	0,81 a	0,34 d	312 a
Solo Natural						
V0	207,54 c	48,01 d	149,01 c	0,32 c	0,96 a	395 a
V0+FMA	236,43 c	46,23 d	136,22 c	0,34 c	0,77 b	402 a
V25	154,77 d	74,76 c	132,46 c	0,57 b	0,44 c	394 a
V25+FMA	422,32b	92,65 c	192,47 b	0,49 b	0,61 b	273 a
V50	631,38 a	142,65 b	244,47 a	0,59 b	0,53 c	357 a
V50+FMA	643,68 a	168,40 a	173,61 b	0,98 a	0,34 c	324 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%. V0 = sem vermicomposto e FMAs; V0+FMA = sem vermicomposto com FMAs; V25 = com 25% de vermicomposto; V25+FMA = com 25% de vermicomposto e FMAs; V50 = com 50% de vermicomposto; V50+FMA = com 50% de vermicomposto e FMAs. RBI = respiração basal induzida (C-CO₂ mg Kg⁻¹ de solo), RBS= respiração basal do solo (C-CO₂ mg Kg⁻¹ de solo), CBM= carbono da biomassa microbiana (µg g⁻¹ de solo) qCO_2 = quociente metabólico (mg CO₂ mg⁻¹ CBM dia⁻¹), $qMIC$ = quociente microbiano (%).

Para o número de esporos, não houve diferença estatística entre os tratamentos para as diferentes condições de solo. A formação e germinação de esporos com teor elevado de Na depende de parâmetros fisiológicos, ecológicos e genéticos das plantas; para alguns casos, esporos superiores à produção pode ser devido à indução da esporulação pela salinidade ou estresse. O solo com excesso de Na compromete o crescimento de hifas e colonização, então a produção total de esporos provavelmente será reduzida em solo salino em relação a solos não salinos (KUMAR *et al.*, 2015).

As diferentes condições de solo (SA e SN) e os tratamentos afetaram consideravelmente as respostas das enzimas (Figura 7). Em solo autoclavado (SA), a maior atividade da fosfatase (ciclo do P) e da beta-glicosidase (ciclo do C) foram observadas com a aplicação de V25, V25+FMA e V50. Por outro lado, o menor nível de atividade dessas enzimas foi obtido nos tratamentos V0 e V0+FMA e com adição de V50+FMA. Para a arilsulfatase (ciclo do enxofre), a maior atividade foi obtida com o uso de V50, seguido do uso de V25+FMA em comparação aos demais tratamentos.

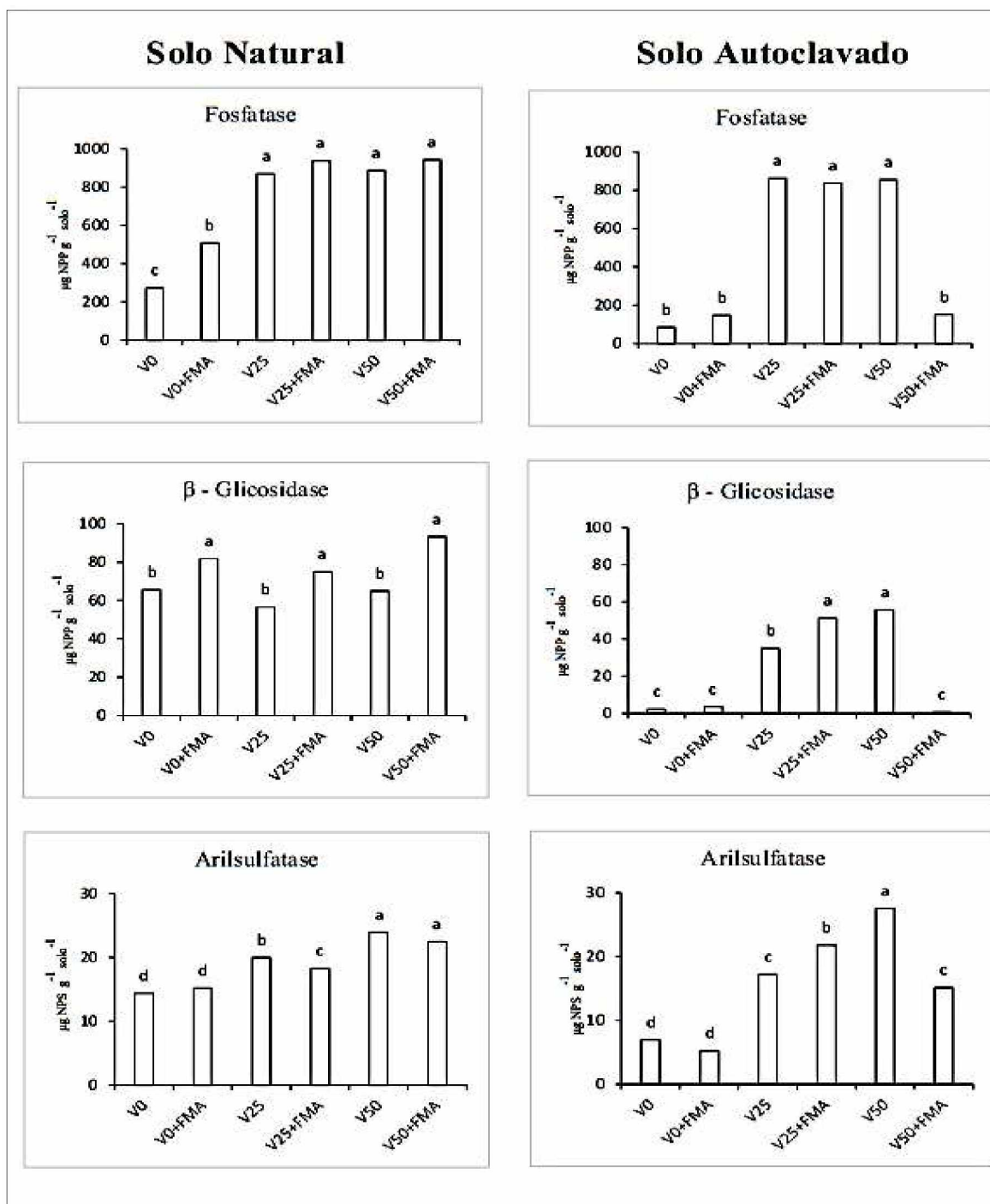
Em solo natural, a aplicação conjunta e isolada de vermicomposto e micorriza influenciaram positivamente a atividade da fosfatase em comparação ao V0. Para beta-glicosidase, ocorreu aumento da atividade nos tratamentos com aplicação FMA com e sem vermicomposto, a utilização apenas de vermicomposto diminuiu a atividade dessa enzima a níveis similares aos do tratamento V0. A maior atividade da arilsulfatase em SN foi obtida no V50 e V50+FMA quando comparada aos outros tratamentos.

As atividades de enzimas do solo desempenham um papel fundamental na degradação da matéria orgânica do solo e na ciclagem de nutrientes e são fundamentais para manter a fertilidade do solo (KOOCH; NOGHRE, 2020). Geralmente, a expressão enzimática está relacionada com a quantidade e qualidade da matéria orgânica disponível e com a demanda de nutrientes pela biomassa microbiana (SINSABAUGH *et al.*, 2015). Desse modo, a redução da atividade enzimática em resposta a adição de V50+FMA deve ser investigada a longo prazo, visando acompanhar a dinâmica dos nutrientes dos quais essas enzimas participam e a avaliar a contribuição de doses mais altas de vermicomposto.

Para visualizar e categorizar os tratamentos com base no conjunto de dados das propriedades microbiológicas, químicas e as características de desenvolvimento das mudas foi realizada uma análise de ordenação multivariada. O NMS mostrou que as amostras foram agrupadas em função das condições de solo e tratamentos (figura 8). No gráfico NMS, há clara separação entre os tratamentos sem adição de vermicomposto tanto em SA quanto em SN em relação aos tratamentos com aplicação (figura 8). Também é

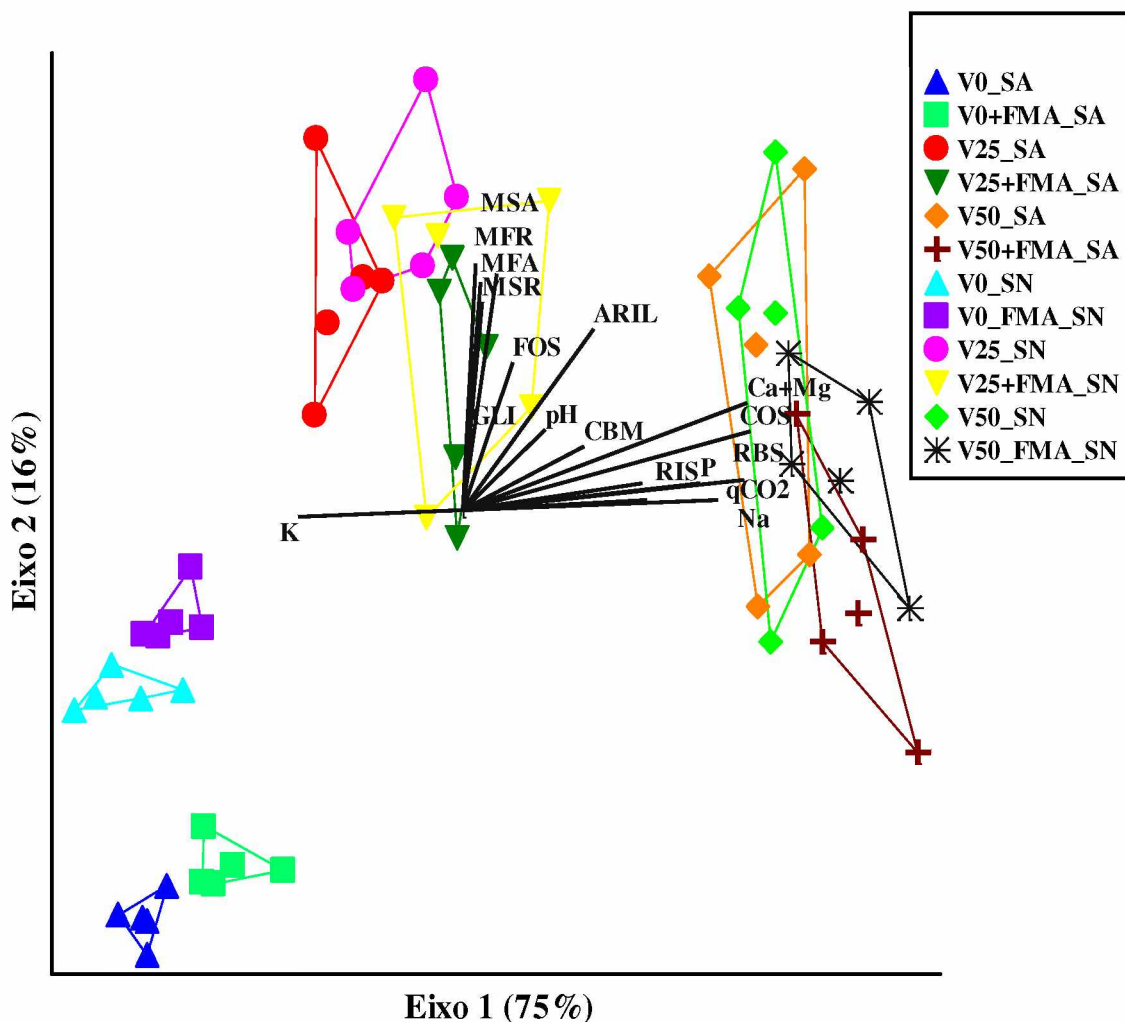
possível observar que os tratamentos com V25 e V25+FMA e V50 V50+FMA formam grupos diferentes de amostras, refletindo a dissimilaridade entre os tratamentos.

Figura 7 – Atividade das enzimas β -glicosidase, fosfatase e arilsulfatase para o solo natural e solo autoclavado.



Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5%. V0 = sem vermicomposto e FMAs; V0+FMA = sem vermicomposto com FMAs; V25 = com 25% de vermicomposto; V25+FMA = com 25% de vermicomposto e FMAs; V50 = com 50% de vermicomposto; V50+FMA = com 50% de vermicomposto e FMAs.

Figura 8 – Análise de ordenação multivariada com base no conjunto de dados das propriedades microbiológicas, químicas e as características de desenvolvimento das mudas.



Aproximadamente 93% da variação dos dados foi representada pelo gráfico NMS, com 75% da variação representada ao longo do eixo 1 e 16% no eixo 2 (Figura 8). A distribuição das amostras ao longo do eixo 1 apresentou correlação positiva com as propriedades microbiológicas e químicas: CBM, RBS, RIS, qCO₂, arilsulfatase, fosfatase, pH, P, Na e Ca+Mg. Correlação significativa negativa com eixo 1 foi observada apenas com o K. O eixo 2 correlacionou-se positivamente com a atividade da arilsulfatase, fosfatase e beta-glicosidase, pH e CO. A massa fresca e a seca da parte aérea e raízes foram positivamente correlacionadas com o eixo 2. No gráfico, é possível perceber que o elevador teor de COT, o teor de K, as altas atividades das enzimas e as características das mudas são principais características responsáveis pela separação dos grupos de amostras

Devido à importância do C, P e S para nutrição das plantas e metabolismo microbiano, as enzimas envolvidas na assimilação desses elementos têm sido frequentemente avaliadas. No entanto, observou-se que um pequeno número de estudos avaliou os efeitos de diferentes níveis de composto à base esterco, como o vermicomposto usado neste trabalho, na atividade enzimática do solo.

5 CONCLUSÕES

Em conjunto, os dados demonstram que a inoculação de FMA associada a vermicomposto é uma alternativa viável para a produção de mudas de *S. tuberosa* que não compromete as funções do solo. A combinação V25+FMA teve efeitos positivos para a biomassa vegetal, nutrientes do solo e atividade microbiana do solo, especialmente em solo autoclavado. Em comparação com o tratamento com aplicação V25+FMA, a adição de V50+FMA diminui os teores de arilsulfatase, fosfatase e beta-glicosidase no solo autoclavado, mas não teve efeito negativo sobre a atividade enzimática em solo natural. Desse modo, a aplicação de doses altas de vermicomposto e sua associação com FMA precisam ser melhor investigadas em experimentos a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. D. S.; SILVA, Ê. F. D. F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A.; NUNES, M. F. Crescimento e rendimento de pimentão fertigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 686-694, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000700006>. Acesso em: 22/07/2020.
- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. San Diego, Londres: Academic Press, 1995. 576 p.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GOLÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 06, p. 711-728, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>. Acesso em 07/11/ 2021.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. **Biology and fertility of soils**, v. 1, n. 2, p. 81-89, 1985. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00255134>. Acesso em: 27/07/2020.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0038071793901407>. Acesso em: 07/06/2020.
- ANDERSON, T-H.; DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotients (qCO₂ and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, n. 2, p. 251-255, 1990. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(90\)90094-G](https://doi.org/10.1016/0038-0717(90)90094-G). Acesso em: 29/11/2021.
- ANDERSON, T-H.; DOMSCH, K. H. Soil microbial biomass: the eco-physiological approach. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, n. 12, p. 2039-2043, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.06.026>. Acesso em: 28/12/2021.
- ARASHIRO, L. T.; MONTERO, N.; FERRER, I.; ACIÉN, F. G.; GÓMEZ, C.; GARFÍ, M. Life cycle assessment of high rate algal ponds for wastewater treatment and resource recovery. **Science of the Total Environment**, v. 622, p. 1118-1130, 2018. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.051>. Acesso em: 19/11/2021.
- ARAÚJO, F. P.; SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, N. D. B.; RESENDE, G. M. Influência do período de armazenamento das sementes de umbuzeiro na germinação e no desenvolvimento da plântula. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 36-39, 2001. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/134443>. Acesso em: 19/12/21.
- ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MOURA OLIVEIRA, J.; WRUCK, F. J.; MADARI, B. E.; HEINEMANN, A. B. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em sistemas

de integração lavoura-pecuária-floresta. **Agrarian**, v. 12, n. 43, p. 57-70, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i43.8520>. Acesso em: 05/07/2022.

BEBBER, D. P.; RICHARDS, V. R. A meta-analysis of the effect of organic and mineral fertilizers on soil microbial diversity. **Applied Soil Ecology**, v. 175, p. 104450, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092913932200066X>. Acesso em: 23/07/2022.

BHANTANA, P.; RANA, M. S.; SUN, X. C.; MOUSSA, M. G.; SALEEM, M. H.; SYAIFUDIN, M.; HU, C. X. Arbuscular mycorrhizal fungi and its major role in plant growth, zinc nutrition, phosphorous regulation and phytoremediation. **Symbiosis**, v. 84, n. 1, p. 19-37, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13199-021-00756-6>. Acesso em: 04/02/2022.

BOTTRILL, D.; OGBOURNE, S. M.; CITERNE, N.; SMITH, T.; FARRAR, M. B.; HU, H. W.; BAI, S. H. Short-term application of mulch, roundup and organic herbicides did not affect soil microbial biomass or bacterial and fungal diversity. **Chemosphere**, v. 244, p. 125436, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653519326761>. Acesso em: 12/01/2022.

CAJAMARCA, D. I.; GODOY, M. M. P., ESCOBAR, C. P. C., MATVEEV, L. A. V.; CÁRDENAS, M. L. V. Agroquímicos: enemigos latentes para los polinizadores y la producción de alimentos primarios que agonizan. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 65, p. 31, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7760495>. Acesso em: 26/08/2021.

CARVAJAL-AGUDELO, B. N.; ANDRADE, H. J. Captura de carbono na biomassa de sistemas de uso da terra, município de Yopal, Casanare, Colômbia. **Orinoquia**, v. 24, n. 1, p. 13-22, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22579/20112629.587>. Acesso em: 05/04/2022.

CHANDRASEKARAN, M. A meta-analytical approach on arbuscular mycorrhizal fungi inoculation efficiency on plant growth and nutrient uptake. **Agriculture**, v. 10, n.9, p. 1–12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture10090370>. Acesso em: 08/06/2022.

CRUZ, F. R. S.; ANDRADE, L. A.; FEITOSA, R. C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 69-80, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509821092>. Acesso em: 15/03/2021.

CUNHA, E. D. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. D. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho: II-atributos biológicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 603-611, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200029>. Acesso:27/06/2022.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. M. Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/990374>. Acesso em: 16/10/2020.

EIVAZI, F.; TABATABAI, M. A. Glucosidases and galactosidases in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 20, p. 601-606, 1988.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília, Produção de Informações, 1997. p. 212. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330804>. Acesso em: 05/06/2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistics analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042. Portuguese, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Acesso em: 08/02/2021.

FIERER, N.; BRADFORD, M. A.; JACKSON, R. B. Toward an ecological classification of soil bacteria. **Ecology**, v. 88, n. 6, p. 1354-1364, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/05-1839>. Acesso em: 30/05/2022.

IORESE, D. A.; MACHADO, T. M.; ZANDONADI, R. S.; ARAÚJO, R. F. A.; SILVA RICARDO, G. F.; SCHIMITT, J. Desempenho de um trator agrícola em operações de preparo de solo no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 7, n. 3, p. 288-295, 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/7554>. Acesso em: 09/02/2022.

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 2, p. 235-244, 1963. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007153663800790>. Acesso em: 27/10/2020.

GUARNIERI, A.; COSTA, R. L.; ALEXANDRINO, G. D. C.; RODRIGUES, L. U.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; SANTOS, A. C. Influence of phosphorus sources on the partial replacement of potassium by sodium in the fertilization of Mombasa grass. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 15, p. 2274-2284, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2021.1889592>. Acesso em: 06/07/2022.

HOSSEINZADEH-BANDBAFHA, H.; TABATABAEI, M.; AGHBASHLO, M.; KHANALI, M.; DEMIRBAS, A.A. comprehensive review on the environmental impacts of diesel/biodiesel additives. **Energy Conversion and Management**, v. 174, p. 579-614, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890418308999>. Acesso em: 04/07/2021.

JENKINS, W. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 13, p. 692, 1964. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19650801105>. Acesso em: 10/10/2020.

JÚNIOR, G. A. G.; PEREIRA, R. A.; SODRÉ, G. A.; SACRAMENTO, C. K. D.; GROSS, E. Absorption of nutrients by soursop seedlings in response to mycorrhizal inoculation and addition of organic compost. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n.3, p. 287-294, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-40632018v4852302>. Acesso: 15/05/2022.

KÖNINGER, J.; LUGATO, E.; PANAGOS, P.; KOCHUPILLAI, M.; ORGIAZZI, A.; BRIONES, M. J. Manure management and soil biodiversity: Towards more sustainable food systems in the EUA. **Agricultural Systems**, v. 194, p. 103251, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X21002043>. Acesso em: 22/11/2021.

KOOCH, Y.; NOGHRE, N. Nutrient cycling and soil-related processes under different land covers of semi-arid rangeland ecosystems in northern Iran. **Catena**, v. 193, p. 104621, 2020.. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104621>. Acesso em: 15/02/2022.

KOOCH, Y.; SANJI, R.; TABARI, M. Increasing tree diversity enhances microbial and enzyme activities in temperate Iranian forests. **Trees**, v. 32, p. 809-822, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-018-1674-3>. Acesso em: 17/08/2020.

KUMAR, A.; DAMES, J. F.; GUPTA, A.; SHARMA, S.; GILBERT, J. A.; AHMAD, P. Current developments in arbuscular mycorrhizal fungi research and its role in salinity stress alleviation: a biotechnological perspective. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 35, n. 4, p. 461-474, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/07388551.2014.899964>. Acesso em: 01/07/2022.

KUZYAKOV, Y.; BLAGODATSKAYA, E. Microbial hotspots and hot moments in soil: concept & review. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 83, p. 184-199, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.01.025>. Acesso em: 20/01/2022.

LAZCANO, C.; GÓMEZ-BRANDÓN, M.; DOMÍNGUEZ, J. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. **Chemosphere**, v. 72, n. 7, p. 1013-1019, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653508004797>. Acesso em: 15/03/2022.

MATOS, F. S.; FREITAS, I. A. S.; PEREIRA, V. L. G.; PIRES, W. K. L. Effect of gibberellin on growth and development of *Spondias tuberosa* seedlings. **Revista Caatinga**, v. 33, n.4, p. 1124-1130, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/kqJ74VLcmBxYPLncYyZ37Lq/?lang=en&format=html>. Acesso em: 22/02/2022.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD v. 6.255 beta. **MjM Software. Gleneden Beach, Lincoln**, 2011.

MEDEIROS, E. V. D.; NOTARO, K. D. A.; SOUZA, B. M. D.; SILVA, A. O.; DUDA, G. P.; SILVA, M. M. D. População microbiana, disponibilidade de nutrientes e crescimento de umbuzeiro em substratos contendo resíduos orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 47-53, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/Q93mSd3SKGrtpYcPpt4DKQt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16/03/2022.

MENEZES, P. H. S.; SOUZA, A. A.; SILVA, E. S.; MEDEIROS, R. D.; BARBOSA, N. C.; SORIA, D. G. Influence of the maturation stage on the physical-chemical quality of fruits of umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, v. 8, n. 1, p. 73-78, 2017. Disponível em: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1344>. Acesso em: 22/12/2020.

OLIVEIRA, M. M. D.; GALVÃO, E. K. D. S.; SOUZA, C. L. M. D.; BOAVENTURA, V. D. J.; OLIVEIRA, L. M. D.; CASTRO NETO, M. T. D.; PELACANI, C. R. Crescimento e partição de massa seca em plantas jovens de amburana (*Amburana cearensis* (Fr. All.) AC Smith) e de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Ciência Florestal**, v. 29, n.3, p. 1142-1153, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/27189/pdf>. Acesso em: 28/02/2022.

OOSTERHUIS, D. M.; LOKA, D. A.; KAWAKAMI, E. M.; PETTIGREW, W. T. The physiology of potassium in crop production. **Advances in agronomy**, v. 126, p. 203-233, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800132-5.00003-1>. Acesso em: 01/06/2022.

ROCHA, A. F. B.; SIQUIEROLI, A. C. S.; SILVA, A. D. A.; CARNEIRO, A. M. D. L.; VASCONCELOS, B. N. F.; GONDIM, D. D. R. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroecológicos no Cerrado Mineiro. **Sociedade & Natureza**, v. 34, p. 1-14, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-62940>. Acesso em: 29/06/2022.

SANTANDER, C.; RUIZ, A.; GARCÍA, S.; AROCA, R.; CUMMING, J.; CORNEJO, P. Efficiency of two arbuscular mycorrhizal fungal inocula to improve saline stress tolerance in lettuce plants by changes of antioxidant defense mechanisms. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 4, p. 1577-1587, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jsfa.10166>. Acesso em: 15/06/2022.

SANTOS, F. E.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V.; AZEVEDO, C. H.; RANGEL, O. J. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p. 971-979, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p971-979>. Acesso em: 29/04/2022.

SANTOS, F. E.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V.; AZEVEDO, C. H.; RANGEL, O. J. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p. 971-979, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p971-979>. Acesso em: 29/04/2022.

SENA, L. M.; ARRUDA, J. F.; SILVA COSTA, F. R.; ALMEIDA, F. B. B.; BRITO, P. O. B.; GONDIM, F. A. Compostagem e vermicompostagem como alternativa para tratamento e de destinação de resíduos orgânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 2, p. 266-272, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7083471>. Acesso em: 13/12/2022.

SENBAYRAM, M.; GRANSEE, A.; WAHLE, V.; THIEL, H. Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant–soil continuum. **Crop and Pasture Science**, v. 66, n. 12, p. 1219-1229, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/CP15104>. Acesso em: 07/06/2022.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**: Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=247764>. Acesso em: 10/10/2020.

SILVA, M. A. D.; SILVA, F. S. B. D.; YANO-MELO, A. M.; MELO, N. F. D.; MAIA, L. C. Fungos micorrízicos arbusculares e vermicomposto na aclimação de *Alpinia purpurata* (Viell.) Schum e *Zingiber spectabile* Griff.(Zingiberaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 249-256, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000200001>. Acesso em: 26/06/2022.

SILVA, M. G.; AMORIM, S. M. Estresse salino em plantas de *Spondias tuberosa* Arruda (Câmara) colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 91-96, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117600016.pdf>. Acesso em: 18/05/2022.

SINSABAUGH, R. L.; BELNAP, J.; RUDGERS, J.; KUSKE, C. R.; MARTINEZ, N.; SANDQUIST, D. Soil microbial responses to nitrogen addition in arid ecosystems. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, p. 819, 2015. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2015.00819/full>. Acesso em: 17/08/2021.

SMITH, S.; READ, D. **Mycorrhizal symbiosis**. 3th editio ed. San Diego: Academic Press, 2008.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. **Methods of soil analysis: Part 2 Microbiological and biochemical properties**, v. 5, p. 775-833, 1994. Disponível em: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssabookser5.2.c37>. Acesso em: 08/09/2020.

TABATABAI, M.A.; BREMNER, J.M. Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity, **Soil Biology and Biochemistry**, v.1, p.301–307, 1969. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0038071769900121>. Acesso em: 29/10/2020.

TAVARES, R. C.; MENDES FILHO, P. F.; LACERDA, C. F. D.; SILVA. Colonização micorrízica e nodulação radicular em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 409-416,

2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000300001>. Acesso em: 28/06/2022.

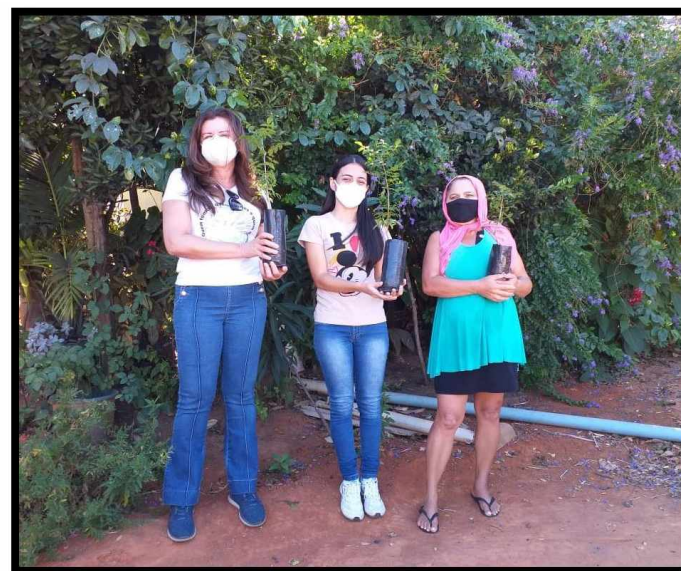
TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Ufrgs, 1995.

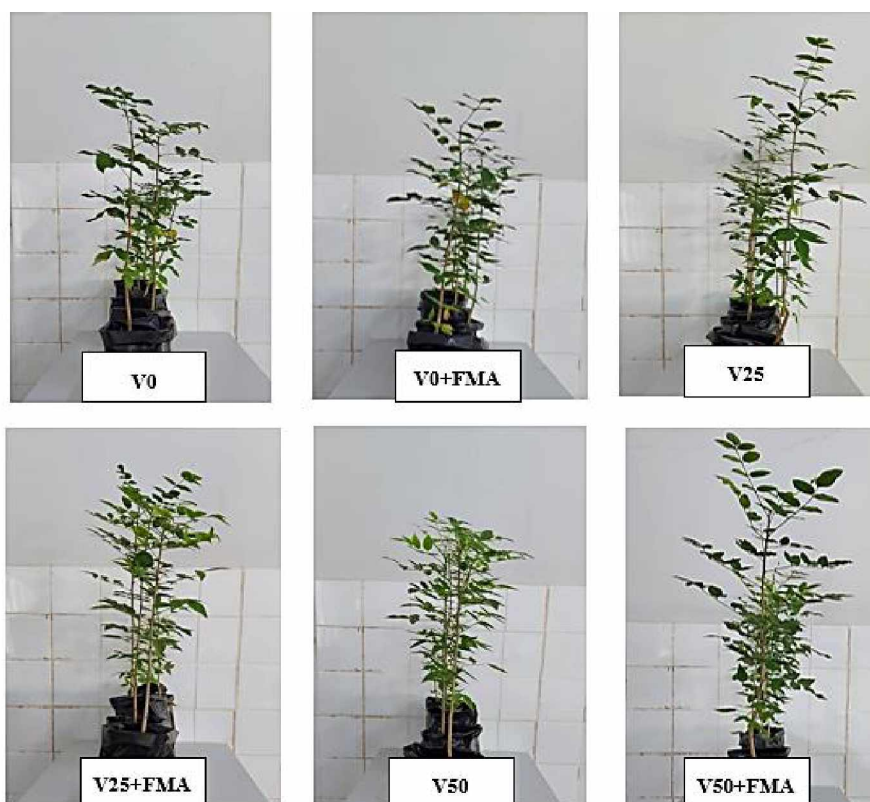
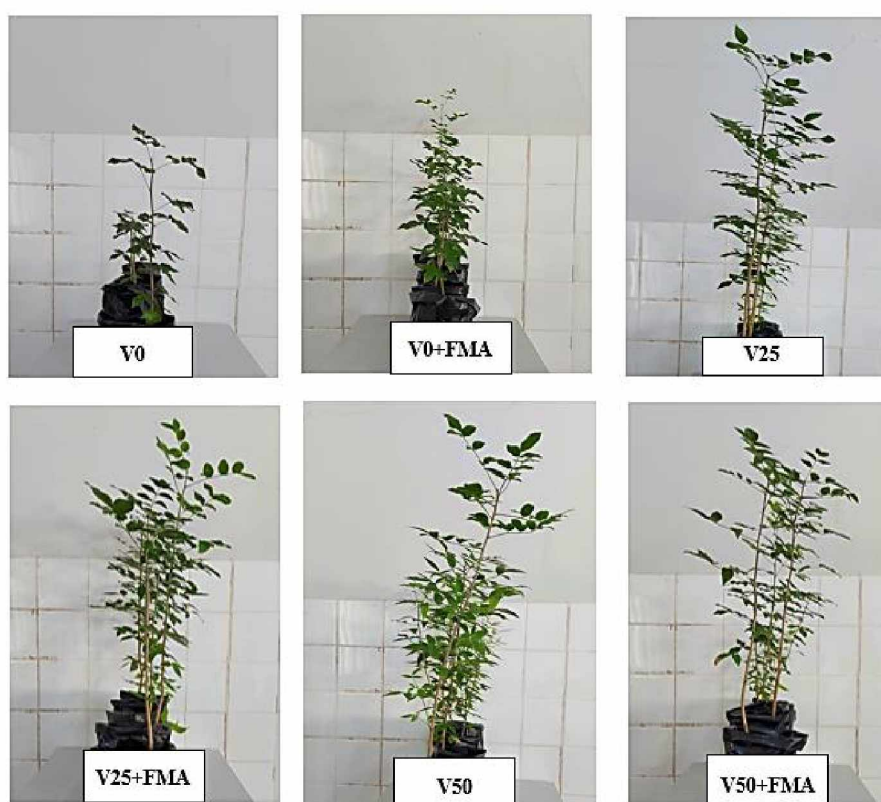
THOR, K. Calcium—nutrient and messenger. **Frontiers in plant science**, v. 10, p. 440, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00440/full>. Acesso em: 15/04/2022.

TROMBETTA, L. J.; TURCHETTO, R.; ROSA, G. M.; VOLPI, G. B.; BARROS, S.; SILVA, V. R. Resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes poluentes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43996-44005, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-134>. Acesso em: 16/06/2022.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology Biochemistry**, v. 19, p. 703-707, 1987. Disponível em: <https://repository.rothamsted.ac.uk/item/85x06/an-extraction-method-for-measuring-soil-microbial-biomass-c>. Acesso em: 01/11/2020.

APÊNDICE A - Distribuição de mudas de *Spondias tuberosa* (Umbuzeiro) na comunidade São Francisco – Teixeira – PB



APÊNDICE B - Mudas de *Spondias tuberosa* em Solo natural**APÊNDICE C - Mudas de *Spondias tuberosa* em Solo autoclavado**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB



APÊNDICE D - Questionário Social e Ambiental

Aprovado pelo comitê de ética do Centro Universitário de Patos/UNIFIP sob o número
de protocolo 4.304.304

Entrevistador(a): _____
Entrevistado(a): _____
Comunidade: _____
Entrevista Nº _____ Data: ____/____/____

1 DADOS GERAIS DO ENTREVISTADO

1.1 Grau de Escolaridade do entrevistado:

- () analfabeto () fundamental incompleto () fundamental completo
 () médio incompleto () médio completo () superior incompleto
 () superior completo () pós - graduação () não-alfabetizado

1.2 Faixa etária:

- () 18 a 25 anos () 26 a 35 anos () 36 a 45 anos () 46 a 55 anos
 () 56 a 65 anos () 66 a 75 anos () Acima de 75 anos.

1.3 Total de membros que constituem a família: _____

1.4 Procedência familiar:

- () Sempre morou na propriedade () Veio de outra propriedade () Veio da cidade

1.5 Tipo de posse da terra:

- () Proprietário () Posseiro () Assentado
 () Rendeiro () Herdeiro () Outro

1.6 Extensão da propriedade em hectares: _____

2 CULTIVO NO SOLO

2.1 O que cultiva na propriedade?

- () Hortaliças () Frutíferas () Grãos

Quais? _____

2.2 O cultivo ocorre através?

- () Semeadura () Plantação de mudas () ambos

2.3 Usa algum tipo de composto orgânico no cultivo e no tratamento do solo?

- () SIM () NÃO. Qual(is)?

- () Casca de ovo () Borra de café () Cascas de frutas e verduras

Outro: _____

3 DIFICULDADES NA PRODUÇÃO ORGÂNICA

3.1 A produção orgânica leva mais tempo para o desenvolvimento?

() SIM () NÃO.

3.2 Há assistência técnica para estas produções?

() SIM () NÃO.

3.3 Acha que a produção orgânica é de rápida comercialização?

() SIM () NÃO.

Porque: _____

4 ECONOMIA (ATIVIDADES SOCIOECONÔMICAS)

4.1 As produções realizadas são vendidas?

() SIM () NÃO.

ONDE: () Escolas () Mercados () Hospitais () Universidades

Outro: _____

4.2 Forma de comercialização.

() Fruta in natura () Polpa () Doce

Outro: _____

4.3 A renda advinda da renda do excedente possibilita melhor qualidade de vida para o grupo familiar?

() SIM () NÃO.

De que forma? _____

5 SEGURANÇA ALIMENTAR E SAÚDE

5.1 Na sua opinião, o uso de Agrotóxicos, pode influenciar na qualidade dos alimentos?

() SIM - () Positivamente () Negativamente

() NÃO.

5.2 O uso de Agrotóxicos, pode acarretar algum risco a saúde?

() SIM () NÃO.

5.3 Acha que os alimentos orgânicos, são saudáveis?

() SIM () NÃO.

Porquê? _____

6 MEIO AMBIENTE E CONSERVAÇÃO DO SOLO

6.1 O uso de agrotóxicos, pode causar alguma alteração nos solos?

() SIM () NÃO.

6.2 Acha importante conservar o solo?

() SIM () NÃO.

Porquê?



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB



APÊNDICE E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Aprovado pelo comitê de ética do Centro Universitário de Patos/UNIFIP sob o número
de protocolo 4.304.304

Título da pesquisa: Influência do substrato e inoculação micorrízica na produção de mudas para a agricultura familiar campesina.

Pesquisador Responsável: Camilla Torres Pereira

Olá, você está sendo convidado a participar do projeto de mestrado intitulado: Influência do substrato e inoculação micorrízica na produção de mudas para a agricultura familiar campesina, o qual tem como objetivo avaliar as dificuldades enfrentadas por agricultores familiares na conservação do solo e na produção agroecológica, bem como avaliar os efeitos do vermicomposto e dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na produção de mudas de *Spondias tuberosa* e na qualidade do solo. Portanto, será necessário realizar entrevista com base em questionário estruturado, para saber quais dificuldades que estes enfrentam na produção orgânica e conservação do solo.

A pesquisa envolve a coleta de informações sobre sua atividade rural/ agrícola e caso sinta algum tipo de desconforto ou dano durante a pesquisa, você poderá notificar à mim e as professoras que orientam a atividade, Joedla Rodrigues de Lima e Vilma Maria dos Santos, através do telefone para contato (83) 35113015 ou via e-mails: camilla.torres.cb@gmail.com; joedlalima@yahoo.com.br e vilmamsantos@gmail.com.

Destacamos que as informações coletadas serão utilizadas unicamente para fins científicos, portanto, serão garantidos o absoluto sigilo e confidencialidade diante das informações que nos forem repassadas.

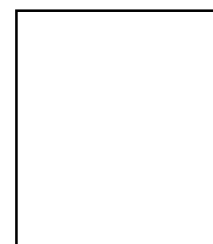
Após ler e receber explicações sobre a pesquisa, e ter meus direitos de:

- Saber que a pesquisa é de carácter voluntário, portanto não cabe ao participante receber quaisquer tipos de remuneração;

- Receber resposta a qualquer pergunta e esclarecimento sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados à pesquisa;
- Retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar da pesquisa;
- Não ser identificado e ser mantido o caráter confidencial de todas as informações relacionadas à privacidade;
- Procurar esclarecimentos com o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Patos - UNIFIP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. Rua: R. Horácio Nóbrega, S/N - Belo Horizonte, Patos - PB, 58704-000. Telefone: (83) 3421-7300;
- Declaro estar ciente do exposto e desejar participar da pesquisa.

Nome do entrevistado(a):

Assinatura do entrevistado:



Impressão
dactiloscópica

Eu, *Camilla Torres Pereira*, declaro que forneci todas as informações referentes a pesquisa ao participante.

Patos, Paraíba, _____ de _____ de _____