



MUDANÇAS CLIMÁTICAS, MICROBIOTA E SEMENTES

Thiago Costa Ferreira, Universidade Estadual da Paraíba,
thiago.ferreira@servidor.uepb.edu.br

Resumo

As mudanças climáticas tem sido relacionadas com perdas de ordem produtiva em cultivos agrícolas, mudanças na condição ecológica em relação aos microrganismos associados as sementes tem sido um ponto de discussão nesta temática. Assim, este artigo teve como papel sintetizar informações atuais que relacionam às mudanças climáticas, a microbiota e as sementes. Como resultados desta pesquisa poderam ser reunidas informações sobre os pontos a seguir: 1) existe uma interação natural entre as sementes e os microrganismos que sobrevivem nelas e no seu entorno, que permitiram a seleção natural e a coevolução entre estes grupos de seres vivos; 2) a possibilidade de mudanças ecológicas promovidas pela mudança climática pode ocasionar diversos problemas em meio aos ambientes naturais; 3) agroecossistemas mal manejados não são resilientes as mudanças climáticas e 4) incipiente é a literatura que trata sobre as condições de produção sustentável em relação as mudanças climáticas, com ênfase as sementes e microrganismos. A possibilidade de estudos que relacionem os fatores descritos nesta pesquisa podem ser uteis para a melhoria da conservação de ambientes ecológicos, mesmo em meio a processos produtivos, agroecossistemas como podem ser descritos. Levando em consideração a possibilidade de modulação ambiental e as propostas de uma agricultura mais sustentável.

Palavras-chave: Antropoceno, produção agrícola, sustentabilidade.

1. Introdução

O processo de formação de uma localidade geográfica é o fruto da interação entre fatores bióticos e abióticos, também levando em consideração a composição biofísica basilar nesta interação (AQEEL et al., 2023). Neste sentido, entendendo a modificação antrópica em um ambiente ecológico para sua transformação em local de cultivos, tendo em vista a proposta colheitas abundantes se faz necessário que os componentes ecológicos da referida localidade sejam melhor descritos e entendidos, como afirmam Mellidou e Karamanoli (2022). Aqeel et al. (2023) descrevem a mislânea que estes componentes em uma área de cultivo apresenta, sendo destacados pelos autores as sementes e os microrganismos que interagem entre si de maneira bastante importante.

Segundo Merges et al. (2022) a interação entre as sementes e microrganismos pode ser refletida na condição de sucesso ou fracassos de áreas de cultivo, pela importancia ecológica que estes organismos apresentam em uma área de cultivo. Rasmussen, Bennett e Tack (2022) afirmam que as mudanças climáticas relatadas em tododo mundo são capazes de modificar as condições ecológicas e, ainda, segundo Russell e McFrederick (2022) estas modificações

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

podem ser cruciais para a realização da produção agrícola, importantes em todos os aspectos produtivos.

O arremate que envolve estas possibilidades seria a natural relação que as sementes e os microrganismos apresentam e por conseguinte sua coevolução, segundo Bishnoi et al. (2023) e Das et al. (2021). Este proposto ecológico pode ser modificado e perturbado pelas mudanças climáticas de acordo com o manuscrito de Busby et al. (2021.) O'Brien et al. (2022) acrescenta que tais processos já têm sido modificados pela ação da mudança climática, desestabilizando ambientes outrora equilibrados.

A pergunta que se faz no meio científico seria como as mudanças climáticas poderiam favorecer ou diminuir as produções agrícolas no decorrer dos anos futuros, como afirmam De Bellis et al. (2022), Delamare et al. (2023) e Okiobe et al. (2022). Sendo este ponto um incognita na literatura, como descrevem Bishnoi et al. (2023) e Das et al. (2021). Logo o objetivo desta revisão foi sumarizar informações atuais sobre a interação entre a mudanças climáticas, microbiota e sementes.

2. Desenvolvimento

Mudanças climáticas

As mudanças climáticas são um processo que tem sido registrado nos últimos anos do Antropoceno e configura na modificação de padrões meteorológicos que se sucediam em meio aos ecossistemas do planeta, como explicam Delamare *et al.* (2023) e Okiobe *et al.* (2022).

As condições meteorológicas que tem sido observadas podem influenciar positivamente os ecossistemas no planeta ao passo que tem sido visualizadas temperaturas, pluviosidade, insolação e direção de massas de ar diferenciadas, maiores ou menores que o costume observado e com uma maior rapidez em acontecerem e mais efetivas em causar possíveis desastres, como explica Bishnoi *et al.* (2023) e Das *et al.* (2021).

Esta mudança tem sido relacionada com a forma da humanidade se estabelecer e usar os recursos do planeta, este que é um sistema fechado que pouco perde seus recursos naturais para além de suas fronteiras. Logo temos um ambiente em que os níveis de gases a base de Carbono tem aumentado, além de outros poluentes, tal configuração tem promovido dinâmicas diferenciadas em meio aos ambientes sendo ainda pouco entendido em seus efeitos futuros e possíveis cenários, conforme explicam Rasmussen, Bennett e Tack (2022).

A condição predatória causada pelas populações humanas no Antropoceno, em vistas a sua utilização de recursos e o acúmulo de materiais que outrora estava mineralizados, como os combustíveis fósseis, agora fortemente presentes na atmosfera sob a forma dos já referidos gases tem sido o maior impacto desta época no meio ambiente, conforme delimitam Mellidou e Karamanoli (2022). Aqeel *et al.* (2023).

Neste processo, as condições ecológicas que haviam sendo construídas em meio a generosos anos e ainda permitindo coevoluções tem sido desestabilizada de maneira geral, com ênfase aos ambientes mais modificados pelas populações humanas que desestabilizariam as condições ecológicas (LASTOCHKINA *et al.*, 2023).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Interações entre as mudanças climáticas, microbiota e sementes

Para iniciar este segmento de discussão, o artigo de Mellidou e Karamanoli (2022) pode ser considerado como importante no sentido ao descrever as interações propostas. Neste artigo são discutidas, na forma de uma revisão bibliográfica, as interações ecológicas entre os vegetais e rizobactérias promotoras de crescimento, estas ocorrem por meio da concepção evolutiva que permeia uma dada área ecológica e que tem sido construída com o passar dos tempos, em meio a relações ecológicas harmônicas e desarmônicas. Estas possibilidades são correlacionadas com o clima e outros fatores abióticos. Ao passo que populações vegetais são implantadas em um dada área para a produção de alimentos, fibras e combustíveis, a vegetação da localidade é normalmente suprimida.

Tal supressão desencadeia uma grande variedade de processos ecológicos, que podem até culminar no aparecimento de patologias nestes cultivos com origem nos organismos que estava outrora estabelecidos. Também, concomitante a isto, a microbiota associada as sementes começa a interagir em meio ao ambiente ecológico. Neste ponto, os autores dissertam sobre a possibilidade de inoculação ou fomento de populações de microrganismos, como as rizobactérias promotoras de crescimento. Estas populações poderiam se ajustar a possibilidade de construção de um novo ecossistema na localidade em questão, mesmo em condições de cultivo agrícola. Somando a estes pontos, os fatores externos ligados as mudanças climáticas, dentro de suas ações que tem se somado no ambiente, as relações ecológicas que podem ocorrer são diversas. Surgindo a indagação de como as populações humanas deverão trabalhar nesta nova condição ecológica, tendo em vista a possibilidade para que sejam realizadas ações em uma agricultura sustentável (LASTOCHKINA *et al.*, 2023).

Na mesma linha de pensamento que os autores citados no parágrafo anterior, Aqeel e colaboradores (2023) reforçam a ideia que existe uma dependência relevante entre as interfaces ecológicas de uma dada ambiente, inclusive em relação as chamadas interações microbianas, na interface do solo e plantas. Tais alterações alteram a possibilidade de sucessão ecológica realizada pelos organismos componentes de uma comunidade biótica, pois esta se ajusta a tal processo ecológico. Segundo os mesmos, a possibilidade de impactos relacionados as alterações entre as mudanças climáticas podem alterar e causar perturbações em tais processos ambientais, especialmente se estas mudanças estiverem ligadas a estresses térmico e hídrico. Estes ainda revisaram relevantes e recentes artigos que dissertam sobre as mudanças climáticas e a sua interferência na ecologia da referida interação, descrevem assim os seguintes pontos relacionados: 1) Mudanças físicas, com respeito a mudanças de temperatura, percentuais de presença de CO₂ e deficiência de umidade, tem papel importante na interconexão da comunidade microbiana com os vegetais; 2) estas mudanças interferem na biologia dos seres e 3) a importância estruturação dos ecossistemas terrestres dependem desta interação. Logicamente, havendo alguma alteração no clima, tais dinâmicas podem mudar, mesmo em relação ao solo que é uma porção mais estável da parte abiótica. Este

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

referido artigo pode ser uma ferramenta importante para a visualização básica de conceitos sobre tal experiência em mudanças climáticas, com a visualização de informações já contempladas e possíveis cenários futuros.

Também, Merges et al. (2022) dissertam sobre a interação entre os microrganismos e as sementes, em relação a promoção de germinação e ao processo de sobrevivência em meio a ambientes, podem sofrer mais alterações repentinas, como por exemplo com o aparecimento momentos de veranicos e altas temperaturas. Estes organismos interagem com as sementes, deste a sua produção e plantio, permitindo que exista uma interação que possa selecionar grupos microbianos que apresentam características como solubilizadoras de nutrientes e defesa vegetal. Muitas destas populações se estabelecem no interior das plantas como endofíticos, ou em outros locais do vegetal, passando a realizar as mesmas ou outras possibilidades ecológicas. Neste sentido é importante ser ressaltados que os autores dissertam sobre a possibilidade de que tais interações podem ser manejadas em relação a necessidade de uma produção agrícola mais sustentável.

Por sua vez O'Brien et al. (2022) discutem sobre a fenologia das plantas, tal não seria somente governada pela ação endógena do vegetal frente as exógenas do ambiente, como os fatores edafoclimáticos e a comunicação entre outras plantas, mas também um fruto da interação com os microrganismos que sobrevivessem neste ambiente. Tais autores relatam a possibilidade de modulações relativas a interação planta-microrganismos podem refazer rotas e necessidades metabólicas ao passo que aceleram ou não tais processos fenológicos. Sendo estes processos, ainda segundo os autores, uma importante função ecológica ainda pouco entendida e estudada, os mesmos asseguram que este processo ecológico poderia ser estudado para melhorar a condução de ambientes de produção agrícola.

Rasmussen, Bennett e Tack (2022) discutem como as comunidades microbianas podem se (re) estabelecer em meio a processos de mudanças climáticas. Primeiramente, os autores permitem o entendimento que existe uma linha evolucionária que seleciona os grupos de organismos de acordo com as condições e eventos bióticos e abióticos ocorrentes. Ao passo que existe essa seleção, existem os movimentos de supressão e de ascensão de populações e o aparecimento de possíveis variedades fenotípicas destes grupos. Tais ações são governadas por relações ecológicas distintas e tuantes em concomitância, sendo interessante o serviço de inclusão de grupos por meio da ação de vegetais e animais associados a este ambiente ecológico. Tal processo em relação as mudanças climáticas, tem sido modificado em relação a sua conjuntura, pois surge o entendimento que a regulação outrora ocorrente pode estar sendo modificada e que este processo tem relevância para o ecossistema, por não haver uma receita ou caminho a ser percorrido neste novo cenário. Surgindo a possibilidade de que cenários catastróficos, por exemplo, podem selecionar ou não, determinados grupos que poderiam causar doenças em plantas, por exemplo. Bem como outros que poderiam favorecer uma determinada espécie animal ou vegetal em relação a outra, fatores não controlados poderiam ser passivos de acontecer e que estas condições ecológicas são ainda pouco entendidas pela comunidade científica.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Outro ponto interessante foi discutido por Russell e McFrederick (2022) em relação aos efeitos das mudanças climáticas junto aos polinizadores. De fato, com mudanças em ocorrência, as populações de seres que realizam a polinização podem flutuar, com a deliberação que os ciclos de vidas destes seres pode ser reajustado com tais mudanças. Neste sentido é importante ser frisado, como descrevem os autores, que as sementes que são frutos desta polinização apresentam a possibilidade de serem diversificados em relação a fatores genéticos. No entanto, ainda descrevem que tal fator ecológico dissemina grupos de organismos, que podem se suceder e ainda serem transmitidos as sementes.

Um aprofundamento maior sobre as bases da interação entre microrganismos e sementes pode ser conseguido com a leitura dos manuscritos de Mellidou e Karamanoli (2022), Merges et al. (2022) e Aqelet al. (2023). A seguir serão considerados alguns recentes textos que dissertam sobre a exemplificação das referidas relações descritas neste manuscrito.

Bishnoi *et al.* (2013) resumizam a possibilidade de utilização de Silício (Si) no fortalecimento de plantas na presença de seu microbioma associado em relação as mudanças climáticas. Para tal, em revisão bibliográfica, os autores dissertam sobre as formas de aplicação de doses de Si com o uso de fertirrigação e *priming* de sementes, por meio da utilização de vários tipos de compostos. Estes seriam ativadores de rotas metabólicas que auxiliariam a possibilidade de ajustes que favoreceram a possibilidade de uma melhor defesa vegetal, sobretudo com um maior aporte das rotas dos ácidos salicílico e abscísico. Em termos produtivos, a utilização deste elemento tem permitido o aumento da produção de biomassa, pólen e melhoria na qualidade de frutos.

Na presença de elementos químicos tóxicos aos vegetais, as mudanças climáticas podem ser um fator de intensificação destas problemáticas. Este caso pode ser visulizado em coletas de *Picea glauca*, na região do Ártico no Alaska (EUA). Tais plantas foram coletadas de área com a presença de Antinômio (Sb), fator estressor promovido pela ação humana. Neste relato poderam ser identificadas as flutuações de grupos de microrganismos foram diferentes em relação ao tratamento controle, sendo importante a visualização sazonalidade destes grupos em referencia ao processo (BUSBY *et al.*, 2021).

Segundo Das *et al.* (2021) a produção de arroz com a inoculação de fungos micorrizos e aplicação de Fósforo pode ser uma iniciativa importante para a complementação fisiológica em meio a processos de restrição hídrica. Pois, esta regulação positiva da tolerância e resiliência, com destaque a presença de 100% da quantidade de Fósforo recomendada e a presença de fungos micorrizos, estes promoveram acrescimos importantes na produção de biomassa. Portanto a inoculação referida e o aporte de adubação podem favorecer a melhoria das características fisiológicas e bioquímicas, o rendimento de grãos e a produtividade de arroz sob restrição hídrica.

De Bellis *et al.* (2022) dissertam sobre as alterações climáticas que podem servir de nase para o estabelecimnto de novas relações ecológicas em meio à ambientes naturais. As consequências ecológicas destas mudanças nas interações entre plantas e microrganismos podem ser diversas, mudando também em relação aos genótipos e ao ambiente presentes em

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

um cenário ecológico. Como parte desta pesquisa, os autores citam que foram coletadas sementes de *Acer saccharum* em diferentes ecossistemas de ocorrência natural desta árvore no Canadá e foram realizados testes moleculares para a descrição das populações microbianas presentes nestas sementes, havendo resultados que divergiam em relação a área geográfica, com suas particularidades de ação antrópica, levando o entendimento que a compreensão das mudanças na distribuição das plantas e das interações ecológicas pode ser acentuadas, ou não, pela forma que o ambiente tem sido moldado pela ação humana.

Espécimes de *Brassica napus* e *Camelina sativa* apresentaram diferenças entre as suas composições microbianas em suas sementes quando as plantas foram submetidas a estresses térmicos. Para tal, a morfologia das raízes bem como a sua produção de metabólitos secundários foi alterada, com a possibilidade de aumento de produção de lignina e fenois, entre outras substâncias. Tais processos desencadearam as referidas mudanças fisiológicas e morfológicas que puderam selecionar as interações com o microbionário disponível nas plantas e no substrato. Sendo reflexos estes pontos em relação a transmissão destes grupos em virtude da produção de sementes (DELAMARE *et al.*, 2023).

A germinação de sementes de *Lathyrus lanszwertii* var. *leucanthus* and *Vicia americana* em condições controladas na presença de solo da *Maroon Bells-Snowmass Wilderness*, uma área desértica americana, foi favorecida pela presença de Acidobacteria, nitrificantes (e.g., *Nitrospira* spp. e *Thaumarchaeota* spp.), *Thelephora* (Agaricomycetes), *Hebeloma* (Agaricomycetes), *Archaeorhizomyces* (Archaeorhizomycetes) e *Tetracladium* (Leotiomycetes), na condição de substrato salino, segundo descrevem Keeler e Rafferty (2022). Tal fato foi conseguido com a utilização de solo estéril e de inoculação de microrganismos no cultivo das espécies descritas. Os autores ainda descrevem que a possibilidade de uso de microrganismos provenientes de áreas desérticas pode ser uma importante iniciativa para a produção agrícola em meio a cenários futuros de déficit hídrico.

A possibilidade de uso de tecnologias de *priming* em sementes pode ser uma alternativa para a conservação de uma fisiologia equilibrada em meio a estresses hídricos ocorrentes após a aplicação de herbicida, fatores que podem se somar em meio a um campo produtivo. Para tal, sementes de *Triticum aestivum* (E70- tolerante a seca; SY - susceptível a seca) foram tratadas com isolados de *Bacillus subtilis* (104 e 26D) e semeadas em meio a substrato com a presença de doses de herbicida dessecante, após este foram atribuídos tratamentos de restrição hídrica pelo uso de PEG-6000, em diferentes combinações entre os fatores citados. Por meio dos resultados pode ser entendido que a presença da restrição hídrica e do herbicida diminuíram a produção de biomassa e que a presença dos isolados de *B. subtilis* aumentou esta produção. Este entendimento foi suficiente para o entendimento que a presença dos microrganismos referidos pode ser uma importante ferramenta para a diminuição dos efeitos relacionados aos estressores descritos e que poderiam ainda ajudar na produção de biomassa vegetal (LASTOCHKINA *et al.*, 2023).

A seleção natural de ervas espontâneas que germinam em determinados locais também é relacionada com a microbiota, uma vez que estas podem favorecer ou diminuir

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

populações. Neste sentido, foram estudadas populações de *Milium effusum* e *Stachys sylvatica* recolhidas em gradientes de cerca de 1500 km na Europa, para tal a microbiota foi levada em consideração por meio de ferramentas moleculares. Foi constatado que ambientes mais degradados, expostos a mais fatores das mudanças climáticas promoveram sementes menos efetivas em germinação e vigor, no caso de *S. sylvatica*, e que este seria um fator importante para a discussão da sucessão ecológica em meio aos processos de implantação ou de estabelecimento de ambientes de cultivo (MA *et al.* 2019).

Okiobe *et al.* (2022) descreve que o processo de desnitrificação, ou seja, a a passagem de Nitrogênio atmosférico para formas utilizáveis por plantas pode ser modulada em condições de campo com espécies componentes de um mix comercial de sementes para pastagem a base de 90% gramíneas, 5% não leguminosas e 5% leguminosas na presença da inoculação de *Rhizopagus irregularis*.

Sementes de *Spinacia oleracea* submetidas a presença das rizobactérias *B. amyloliquefaciens* RHF6, *B. amyloliquefaciens* LMG9814, and *B. sp.* AGS84 foram mais eficientes ao sobreviver a condições de seca *in vitro* (PETRILLO ET AL., 2022).

Apontamentos de pesquisas na área de mudanças climáticas, microbiota e sementes

A necessidade de construção de conhecimento sobre as mudanças climáticas e sua interferência em sementes e microbiota pode ser visualizada claramente nos escritos de Para iniciar a discussão deste manuscrito, o artigo de Mellidou e Karamanoli (2022), Aqeel e colaboradores (2023) e Merges *et al.* (2022). Estes autores são unânimes em dissertar sobre as poucas pesquisas referentes a esta temática e assim os cenários futuros ainda são nebulosos em relação ao processo de produção agrícola. Para tais autores, ainda existe a necessidade de construção de conhecimento sobre este processo, para qual podem ser controladas *in vitro* poderiam ser uma saída importante para a o melhor entendimento desses possíveis cenários. O'Brien *et al.* (2022) apontam a necessidade de um entendimento sobre as mudanças fenológicas das plantas na presença de microbiota e assim, como também descrevem Rasmussen, Bennett e Tack (2022), ser possível o entendimento mais aprofundado de um agroecossistema, levando em consideração os fatores que incidem neste.

Russell e McFrederick (2022) descrevem a necessidade de pesquisas com os vetores de polinização, em cenários diferenciados, para grandes culturas com a dependência destes para sua produção. levando em consideração que estes possam ser fatores de transmissão de material microbiano em meio aos cultivos.

Outro ponto importante seria relatado por Bishnoi *et al.* (2023), Das *et al.* (2021) e Busby *et al.* (2021) em relação a presença de substâncias tóxicas no solo de plantio que poderiam favorecer as condições agressivas aos cultivos na presença das mudanças climáticas.

De Bellis *et al.* (2022), Delamare *et al.* (2023) e Okiobe *et al.* (2022) por sua vez afirmam a necessidade do entendimento da populações e suas funcionalidades em relação aos parâmetros atuais, levando em consideração que em outro momento haveria a mudança nos cenários e na microbiota em um futuro próximo.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

3. Conclusões

A contribuição das mudanças climáticas para a agricultura tem sido distendida por vários segmentos científicos e da sociedade. Está claro que tais processos tem interferido na condução produtiva e que estes efeitos tem limitado a produção em várias partes do mundo.

Portanto, cada vez mais se faz necessária a realização de uma agricultura sustentável, que leve em consideração fatores abióticos e bióticos para se estabelecer, produzindo para o momento atual e possibilitando que hajam boas colheitas no futuro.

Neste sentido, dentre outros fatores também importantes, a agricultura que possa se estabelecer dando um valor maior a qualidade das sementes e a possibilidade de que as populações de microrganismos associados a estas possam ser melhor gerenciados.

Em meio aos conhecimentos sumarizados nesta pesquisa, puderam ser reunidas informações para uma melhor dinamização da área de produção agrícola: 1) existe uma interação natural entre as sementes e os microrganismos que sobrevivem nelas e no seu entorno, que permitiram a seleção natural e a coevolução entre estes grupos de seres vivos; 2) a possibilidade de mudanças ecológicas promovidas pela mudança climática pode ocasionar diversos problemas em meio aos ambientes naturais; 3) agroecossistemas mal manejados não são resilientes as mudanças climáticas e 4) incipiente é a literatura que trata sobre as condições de produção sustentável em relação as mudanças climáticas, com ênfase as sementes e microrganismos. A possibilidade de estudos que relacionem os fatores descritos nesta pesquisa podem ser uteis para a melhoria da conservação de ambientes ecológicos, mesmo em meio a processos produtivos, agroecossistemas como podem ser descritos. Levando em consideração a possibilidade de modulação ambiental e as propostas de uma agricultura mais sustentável.

4. Referências bibliográficas

AQEEL, M. et al. Plant-soil-microbe interactions in maintaining ecosystem stability and coordinated turnover under changing environmental conditions. **Chemosphere**, v. 318, p. 14, Mar 2023.

BISHNOI, A. et al. Silicon Supplementation as a Promising Approach to Induce Thermotolerance in Plants: Current Understanding and Future Perspectives. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 34-55, Mar 2023.

BUSBY, R. R. et al. Alaskan plants and their assembled rhizosphere communities vary in their responses to soil antimony. **Applied Soil Ecology**, v. 167, p. 6, Nov 2021.

DAS, D. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus application improve growth, physiological traits, and grain yield of rice under alternate wetting and drying irrigation. **Journal of Plant Physiology**, v. 278, p. 13, Nov 2022. ISSN 0176-1617.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

- DE BELLIS, T. *et al.* Regional variation drives differences in microbial communities associated with sugar maple across a latitudinal range. **Ecology**, v. 103, n. 8, p. 13, Aug 2022.
- DELAMARE, J. *et al.* Thermopriming effects on root morphological traits and root exudation during the reproductive phase in two species with contrasting strategies: *Brassica napus* (L.) and *Camelina sativa* (L.) Crantz. **Environmental and Experimental Botany**, v. 210, p. 13, Jun 2023.
- KEELER, A. M.; RAFFERTY, N. E. Legume germination is delayed in dry soils and in sterile soils devoid of microbial mutualists: Species-specific implications for upward range expansions. **Ecology and Evolution**, v. 12, n. 8, p. 15, Aug 2022.
- LASTOCHKINA, O. *et al.* Effect of Seed Priming with Endophytic *Bacillus subtilis* on Some Physio-Biochemical Parameters of Two Wheat Varieties Exposed to Drought after Selective Herbicide Application. **Plants-Basel**, v. 12, n. 8, p. 22, Apr 2023.
- MA, S. *et al.* Plant-soil feedbacks of forest understorey plants transplanted in nonlocal soils along a latitudinal gradient. **Plant Biology**, v. 21, n. 4, p. 677-687, Jul 2019.
- MELLIDOU, I.; KARAMANOLI, K. Unlocking PGPR-Mediated Abiotic Stress Tolerance: What Lies Beneath. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, p. 8, Feb 2022.
- MERGES, D. *et al.* High throughput sequencing combined with null model tests reveals specific plant-fungi associations linked to seedling establishment and survival. **Journal of Ecology**, v. 108, n. 2, p. 574-585, Mar 2020.
- NAZARI, M.; YAGHOUBIAN, I.; SMITH, D. L. The stimulatory effect of Thuricin 17, a PGPR-produced bacteriocin, on canola (*Brassica napus* L.) germination and vegetative growth under stressful temperatures. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 17, Dec 2022.
- O'BRIEN, A. M. *et al.* Microbial effects on plant phenology and fitness. **American Journal of Botany**, v. 108, n. 10, p. 1824-1837, Oct 2021.
- OKIOBE, S. T. *et al.* Arbuscular mycorrhiza has little influence on N₂O potential emissions compared to plant diversity in experimental plant communities. **Fems Microbiology Ecology**, v. 96, n. 2, p. 10, Feb 2020.
- PETRILLO, C. *et al.* Plant Growth-Promoting Bacterial Consortia as a Strategy to Alleviate Drought Stress in *Spinacia oleracea*. **Microorganisms**, v. 10, n. 9, p. 15, Sep 2022.
- RASMUSSEN, P. U.; BENNETT, A. E.; TACK, A. J. M. The impact of elevated temperature and drought on the ecology and evolution of plant-soil microbe interactions. **Journal of Ecology**, v. 108, n. 1, p. 337-352, Jan 2020.
- RUSSELL, K. A.; MCFREDERICK, Q. S. Floral nectar microbial communities exhibit seasonal shifts associated with extreme heat: Potential implications for climate change and plant-pollinator interactions. **Frontiers in Microbiology**, v. 13, p. 10, Aug 2022.