



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA/SEDE**

ACSA EMANUELLY DE BARROS REGO

**RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO
OBRIGATÓRIO: APLICAÇÃO SISTÊMICA DE *BACILLUS SUBTILIS* NA CANA-
DE-AÇÚCAR: ESTRATÉGIA BIOLÓGICA PARA O MANEJO DE
FITOPATÓGENOS.**

RECIFE

Dezembro, 2025

ACSA EMANUELLY DE BARROS REGO

**APLICAÇÃO SISTÊMICA DE *BACILLUS SUBTILIS* NA CANA-DE-AÇÚCAR:
ESTRATÉGIA BIOLÓGICA PARA O MANEJO DE FITOPATÓGENOS**

Relatório apresentado como requisito parcial para a
conclusão do Estágio Supervisionado Obrigatório do
Curso de Bacharelado em Agronomia/Sede.

Professor Orientador: Emídio Cantídio Almeida de
Oliveira

Supervisor: Emídio Cantídio Almeida de Oliveira

RECIFE

2025

ANUÊNCIA DO PROF. ORIENTADOR E DO SUPERVISOR DO ESO

Declaro, para os devidos fins, que Acsa Emanuely de Barros Rego, estudante do curso de BACHARELADO EM AGRONOMIA/SEDE, está autorizado(a) a entregar o Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório.

Recife, 04 de agosto de 2026.

Emídio Cantídio Almeida de Oliveira

Emídio Cantídio Almeida de Oliveira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as vitórias concedidas a mim e à minha família, por ter me direcionado durante toda a minha trajetória acadêmica e pessoal e por nunca ter me deixado sozinha, mesmo nos momentos mais difíceis.

Agradeço à minha mãe Cláudia de Barros, por nunca ter desistido de mim e dos meus irmãos, por ser uma mulher trabalhadora e guerreira, que lutou incansavelmente pela minha educação. A entrega deste relatório é resultado de muitas noites de trabalho e de dias longos dedicados ao cuidado de seus filhos, desempenhando com amor e responsabilidade o papel de mãe solo.

Aos meus irmãos, Esdras, Eva e Emilly, agradeço por serem meus companheiros de vida, pelo amor fraterno e pela união que sempre nos fortaleceu. Desde pequenos, aprendemos a cuidar uns dos outros, guiados pelos mandamentos de Deus.

Agradeço ao meu pai, Edmilson Rego, pela vida, trajetória e exemplo de cidadão.

Aos meus tios e tias, deixo meus sinceros agradecimentos, em especial ao meu tio Luizinho, que sempre foi como um pai para mim e nunca deixou de me apoiar; à sua esposa, Suely, que é mais uma mãe que Deus me concedeu; e à minha tia Luciene, que nunca deixou de orar por mim.

Agradeço aos meus primos Raldny Barros, Flávio Barros, Fagner Barros e Mikael Barros por sempre serem familiares nos quais pude e posso contar, os amo muito.

Agradeço à família dos meus queridos pais na fé, Robson e Erika, por todas as orações, pelo apoio constante, pelos momentos de alegria compartilhados e pela paciência diante da minha ausência no grupo juvenil.

Ao meu querido amigo, presbítero Osvaldo Neto, e à sua família, expresso minha profunda gratidão por terem sido suportes fundamentais na minha jornada de fé.

Agradeço ao meu grande amigo Enéias Santana pelos valiosos conselhos de fé e de vida, os quais guardo no coração e levo comigo até hoje.

Ao Educandário Tavares de Souza e à Escola de Aplicação Professor Chaves da UPE, agradeço por terem sido fundamentais para o meu ingresso na universidade e para a construção da minha base educacional.

Ao Grupo de Pesquisa e Extensão em Nutrição de Plantas, Adubação e Fertilidade do solo (GNAF), agradeço pelos quatro anos de estágio. Foi nesse ambiente que me encontrei profissionalmente e desenvolvi minha identidade acadêmica.

Agradeço ao meu coordenador, amigo e conselheiro, Emídio Cantídio, pela oportunidade ímpar de trabalhar ao seu lado, pelos ensinamentos profissionais e pessoais, e por continuar contribuindo para a minha formação.

Agradeço a Alltech Crop Science pelo apoio e incentivo a pesquisa acadêmica, especialmente a equipe nordeste Valdívia Sousa, Pádua Araujo, Luan Wanderley e ao Afonso Freires.

Aos meus amigos de vida, Gabriele Dias, Layla Fernanda, Priscilla Maria, Deborah Corrêa e João Júnior, agradeço por tudo o que vivemos e construímos juntos ao longo desses anos, espero ter vocês comigo até o dia em que Jesus me chamar.

Aos meus amigos de graduação, Hermogenes Netto, Kenno Pedrosa, Jackson Antônio e Bruno Mendes, agradeço a parceria, amizade, pelas inúmeras noites de estudo compartilhadas e pelas longas horas de conversas agradáveis.

Aos meus amigos de profissão, Augusto Santana, Mayra do Nascimento e Júnior Alves, deixo meus sinceros agradecimentos pelo apoio constante, pelas orientações e pelo incentivo ao longo da minha formação. A convivência profissional e as trocas de conhecimento foram fundamentais para o meu crescimento, contribuindo significativamente para minhas decisões e para o fortalecimento da minha trajetória acadêmica e profissional.

Agradeço também às experiências desafiadoras vivenciadas ao longo da minha trajetória, que me ensinaram, de forma prática, o valor da lealdade, da ética, da responsabilidade profissional e da verdadeira amizade. Esses aprendizados, ainda que difíceis, foram fundamentais para meu crescimento pessoal e para a construção dos princípios que hoje norteiam minha vida acadêmica e profissional.

Por fim, agradeço a mim mesma por nunca ter desistido do meu futuro, por ter enfrentado o mundo mesmo com medo, por confiar em Deus e alcançar mais essa vitória. Que venham novos desafios, ainda mais enriquecedores.

IDENTIFICAÇÃO DO CAMPO DE ESTÁGIO

Identificação da Concedente

Nome: **Universidade Federal Rural de Pernambuco**

Endereço: AV. DOM MANUEL DE MEDEIROS DE MEDEIROS S/N

CEP: 52171-900

Bairro: DOIS IRMÃOS

Município: RECIFE

Estado: PERNAMBUCO

Área na empresa onde foi realizado o estágio: DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

Data de início: 01/10/2025

Data de término: 10:00hrs de 06/11/2025

Duração: 210 horas

Nome do profissional responsável pelo estágio (Supervisor): Emídio Cantídio Almeida de Oliveira

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	13
AMOSTRAGEM PARA QUANTIFICAÇÃO DA POPULAÇÃO DE NEMATOIDES ...	13
AVALIAÇÃO VISUAL DAS PLANTAS	15
COLHEITA EXPERIMENTAL	16
ANALISE DE RESULTADOS	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
AVALIAÇÃO DE RESULTADOS PRA O GOTEJO 49.....	17
POPULAÇÃO NEMATOIDES NO SOLO - SEMANALMENTE	18
POPULAÇÃO DE NEMATOIDES NA RAIZ - SEMANALMENTE	18
PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E INDUSTRIAL – GOTEJO 49	18
AVALIAÇÃO DE RESULTADOS GOTEJO 57	19
POPULACIONAL DE NEMATOIDES – QUINZENALMENTE	19
POPULAÇÃO DE NEMATOIDES NO SOLO - QUINZENALMENTE	20
POPULAÇÃO DE NEMATOIDES NA RAIZ – QUINZENALMENTE.....	20
PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E INDUSTRIAL – GOTEJO 57.....	21
CONCLUSÕES	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é decorrente das atividades desenvolvidas durante o Estágio Supervisionado Obrigatório, realizado no período de 01 de outubro a 06 de novembro de 2025, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Sede. Durante esse período, foram conduzidas atividades de amostragem de solo e raízes para análise da população de nematoides, avaliação visual da sanidade radicular, colheita experimental, bem como a organização, análise e interpretação dos dados obtidos.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar destaca-se entre as principais culturas comerciais do Brasil, com expressiva participação nas exportações de açúcar e etanol. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2025), a produção nacional atingiu 676,96 milhões de toneladas na safra 2024/25, a segunda maior da série histórica, enquanto para a safra 2025/26 a estimativa é de 668,8 milhões de toneladas. No entanto, o elevado potencial produtivo da cultura é constantemente ameaçado pela ocorrência de fitopatógenos, que comprometem o desenvolvimento das plantas, reduzem a produtividade e aumentam os custos de produção.

Tradicionalmente, o manejo de doenças na cana-de-açúcar tem sido realizado por meio do uso de defensivos químicos e da adoção de práticas culturais. Entretanto, o uso intensivo de agroquímicos tem despertado preocupações relacionadas aos impactos ambientais, à seleção de populações resistentes de patógenos e à necessidade de sistemas de produção mais sustentáveis. Nesse contexto, estratégias de manejo biológico vêm ganhando destaque como alternativas viáveis e ambientalmente seguras (EMBRAPA, 2021).

As principais espécies que afetam a produção da cultura são, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* e o *Pratylenchus zae*, podendo ser encontradas em todas as regiões produtoras do Brasil. O gênero *Meloidogyne spp.* (Nematoides-das-galhas), obtém a posição de maior patogenicidade às cultivares de cana-de-açúcar quando comparados ao *Pratylenchus spp* (THOMAZELLI et al., 2020). O controle dos nematoides é realizado com tecnologias químicas, no entanto, alternativas sustentáveis têm sido desenvolvidas para integrar o manejo com formas mais eficientes e duradouras. Dentre as diversas alternativas encontradas no mercado, o controle biológico vem crescendo como alternativa eficaz e sustentável no controle de patógenos e na reconstituição da microbiota do solo (Embrapa, 2019; Silva et al., 2020; Machado et al., 2020; Embrapa, 2021; Oliveira et al., 2021; Lira et al., 2023).

O manejo biológico tem explorado diversas espécies de microrganismos na agricultura, as mais abundantes são pertencentes ao gênero *Bacillus* (Lamizadeh et al., 2016; Saxena et al., 2020; Michavila et al., 2022). Muitas bactérias pertencentes a esse gênero apresentaram eficiência em produzir fitohormônios, enzimas antioxidantes e sideróforos, além de agirem na mineralização de nutrientes, fixação de nitrogênio e solubilização de fosfatos (Glick et al., 2007; Vurukonda et al., 2016; Radhakrishnan et al., 2017; Tiwari et al. 2017; Ferreira et al., 2018; Saied et al., 2018; Hashem et al., 2019; Gupta et al., 2022; Köhl & Ravensberg, 2021; Embrapa, 2021) induzindo tolerância a estresses ambientais, como a deficiência hídrica (Gupta et al., 2022; Fonseca et al., 2022; Lim; Kim, 2013).

A aplicação sistêmica de *Bacillus subtilis* na cana-de-açúcar surge, portanto, como uma estratégia biológica inovadora para o manejo de fitopatógenos, contribuindo não apenas para a redução da incidência de doenças, mas também para a promoção do crescimento vegetal e o equilíbrio microbiológico do solo. Essa estratégia é compatível com os princípios da sustentabilidade agrícola e com a racionalização do uso de insumos, respondendo às exigências do setor canavieiro.

Diante dessa problemática, o presente relatório tem como objetivo descrever e analisar as atividades desenvolvidas durante o Estágio Supervisionado Obrigatório, com foco na aplicação sistêmica de *Bacillus subtilis* na cultura da cana-de-açúcar, destacando seus efeitos no manejo de fitopatógenos e sua relevância como ferramenta biológica no sistema de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O campo experimental foi implantado na área agrícola de gotejamento subsuperficial, distribuído em duas áreas, denominadas gotejos 49 e 57 da Usina Japungu Agroindustrial, localizada no município de Santa Rita, Paraíba, durante o ciclo de cana planta, utilizando a variedade RB92579 na safra 2024/2025. A região apresenta um clima predominante do tipo Tropical As' segundo a classificação de Köppen, com altas temperaturas, chuvas de inverno mal distribuídas e verão seco. A precipitação acumulada na safra anterior (2023/2024) foi de 2.618 mm. Durante o cultivo da cana-de-açúcar o acúmulo foi de 2.297 mm.

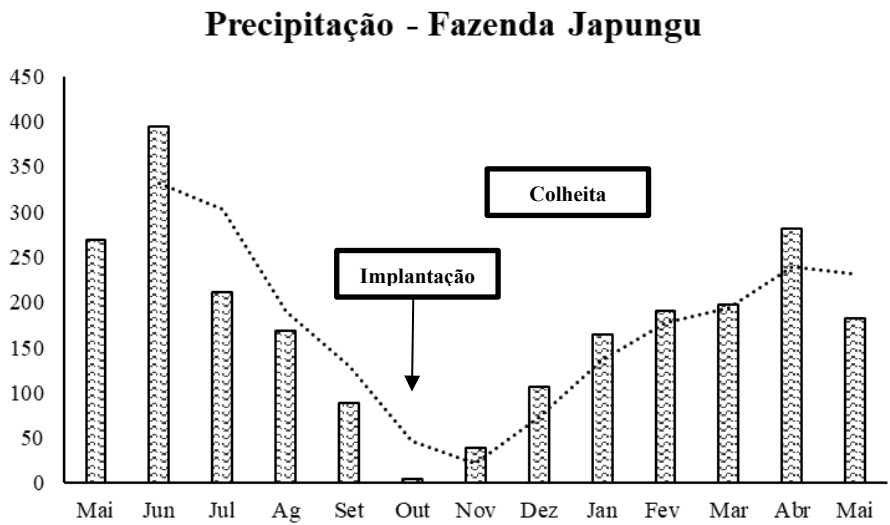


Gráfico 1. Precipitação acumulada durante a condução experimental.

Foram utilizadas as tecnologias da Alltech Crop Science Soil-Plex Active® e NemOut®, como pode ser observado na Tabela 1, a composição, principal ação e a dose

recomendada pelo fabricante.

Tabela 1. Tecnologias Alltech testadas nos campos experimentais.

Produto	Composição	Principal ação	Dose
<i>Soil-Plex Active</i> ®	Extratos fermentados e Nutrientes	Equilíbrio e ativação da microbiota do solo	2 L 1.000 L ⁻¹
<i>NemOut</i> ®	Enzimas e microrganismos selecionados	Decomposição e mineralização da MOS	2 kg 1.000L ⁻¹

Os tratamentos consistiram na aplicação via sistêmica das tecnologias Alltech, utilizando o sistema de gotejamento da área experimental disponibilizada pela Japungu Agroindustrial. Cada setor operacional do sistema de irrigação recebeu um tratamento específico, com aplicações realizadas em intervalos semanais ou quinzenais, sendo avaliadas duas doses distintas, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos sugeridos. Experimento Alltech 2023, Usina Japungu, Santa Rita-PB.

Tratamentos	Aplicação em fertirrigação
T1	Padrão da Usina (Quartzo)
T2	Soil-Plex Active + NemOut 20L/ha semanal
T3	Soil-Plex Active + NemOut 20L/ha quinzenal
T4	Soil-Plex Active + NemOut 40L/ha quinzenal

Os talhões 54 e 65 (gotejo 49) receberam as aplicações do padrão adotado pela usina (T1) e da tecnologia Alltech fornecida semanalmente (T2), respectivamente. O talhão 82 foi dividido conforme as operações, em que, a operação 2 recebeu a aplicação do padrão usina (T1), a operação 3 recebeu a tecnologia Alltech fornecida em 20L/ha quinzenalmente (T3) e a operação 4 recebeu a aplicação de 40L/ha quinzenalmente (T4).

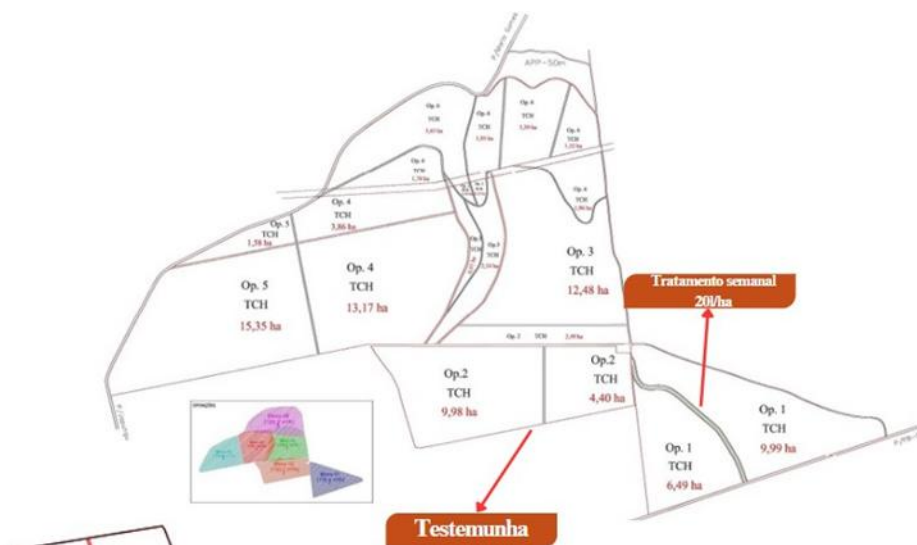


Figura 1. Área experimental por gotejamento subsuperficial, Japungu Agroindustrial.

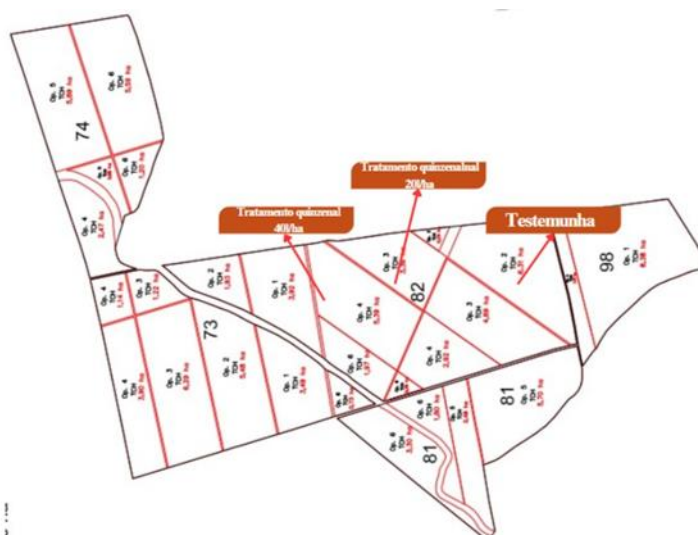


Figura 2. Área experimental por gotejamento subsuperficial, Japungu Agroindustrial.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

AMOSTRAGEM PARA QUANTIFICAÇÃO DA POPULAÇÃO DE NEMATOIDES

A primeira amostragem foi realizada previamente a implantação do experimento, ainda na cana de 8ª folha, aos 375 dias após o corte (DAC) para cada um dos talhões. Essa etapa teve como objetivo a quantificação inicial da população de nematoides, visando caracterizar o nível de infestação remanescente ao final do ciclo produtivo anterior da cultura. Para a realização das coletas, foi adotada uma bordadura de 20 m a partir da estrada, a fim de minimizar efeitos de borda. Os pontos amostrais foram distribuídos de forma aleatória em cada uma das operações

avaliadas. Em cada área, foram coletadas dez amostras simples de solo e raízes, as quais foram posteriormente reunidas, misturadas e homogeneizadas para a obtenção de uma amostra composta. A partir desta, foram retiradas subamostras de aproximadamente 1 kg de solo e 200 g de raízes, destinadas às análises laboratoriais.

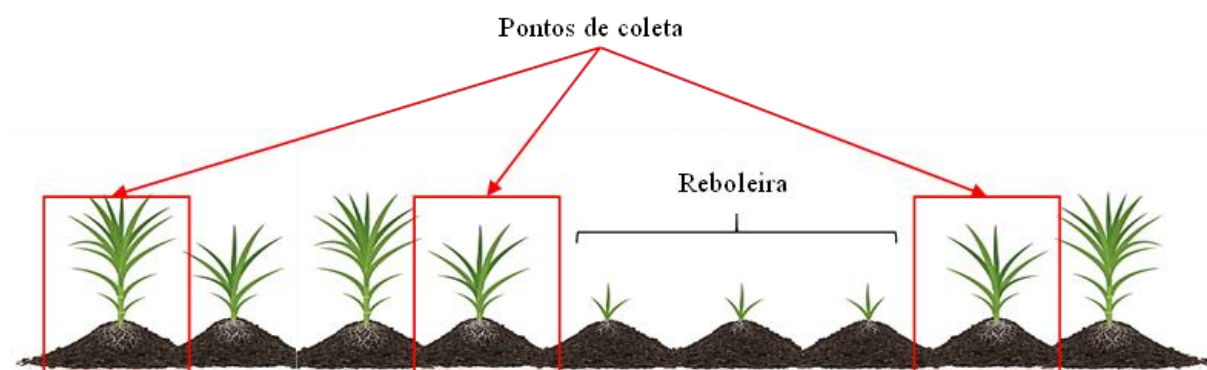


Figura 2. Representação esquemática de área com reboleira mostrando os pontos de coleta de amostras para diagnose de nematoides em cana-de-açúcar.

A amostragem para quantificação da população de nematoides foi realizada de forma sistemática, ou seja, observando-se os pontos de reboleira, visto que a distribuição desses organismos no campo é agregada. Assim, de acordo com Barker (1985), os pontos de coleta devem ser realizados fora das reboleiras, amostrando-se de 10 a 20 pontos por área, em forma de zigue-zague (Figura 3).

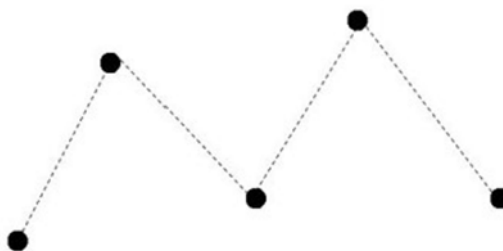


Figura 3. Esquema em zigue-zague descrito por Barker (1985).

As coletas de solo e raiz realizadas 30 dias após a implantação do experimento seguiram a metodologia descrita por ZAMBONI et al, 2009. Foram coletadas 10 amostras simples por talhão (solo próximo às raízes), evitando-se as reboleiras (Figura 2). Após a homogeneização das amostras, retirou-se três subamostras que foram mantidas refrigeradas até o momento de análise laboratorial. A separação de solo e raiz foi feita no laboratório de nematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco .



Imagem 1. Seleção do local e remoção do rebo.



Imagem 2. Limpeza da touceira para amostragem.



Imagem 3. Raízes superficiais em abundância.

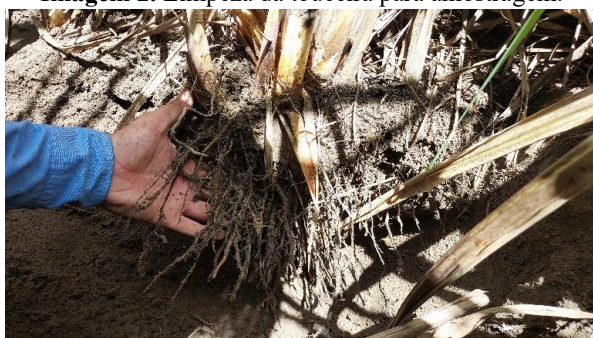


Imagem 4. Disposição das raízes após limpeza.

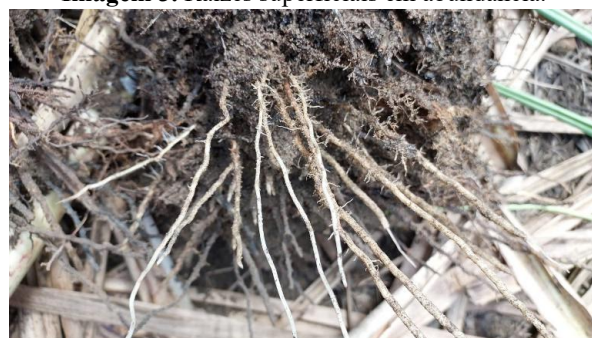


Imagem 5. Presença de raízes jovens.

AVALIAÇÃO VISUAL DAS PLANTAS

Durante o período experimental, foi realizada uma avaliação visual padrão aos 30 dias após a primeira injeção da tecnologia via sistema, para avaliar a sanidade do sistema radicular das plantas. As touceiras foram selecionadas aleatoriamente em quatro pontos, centralizadas na área aplicada, garantindo uma área útil (90m²) no centro de cada talhão.

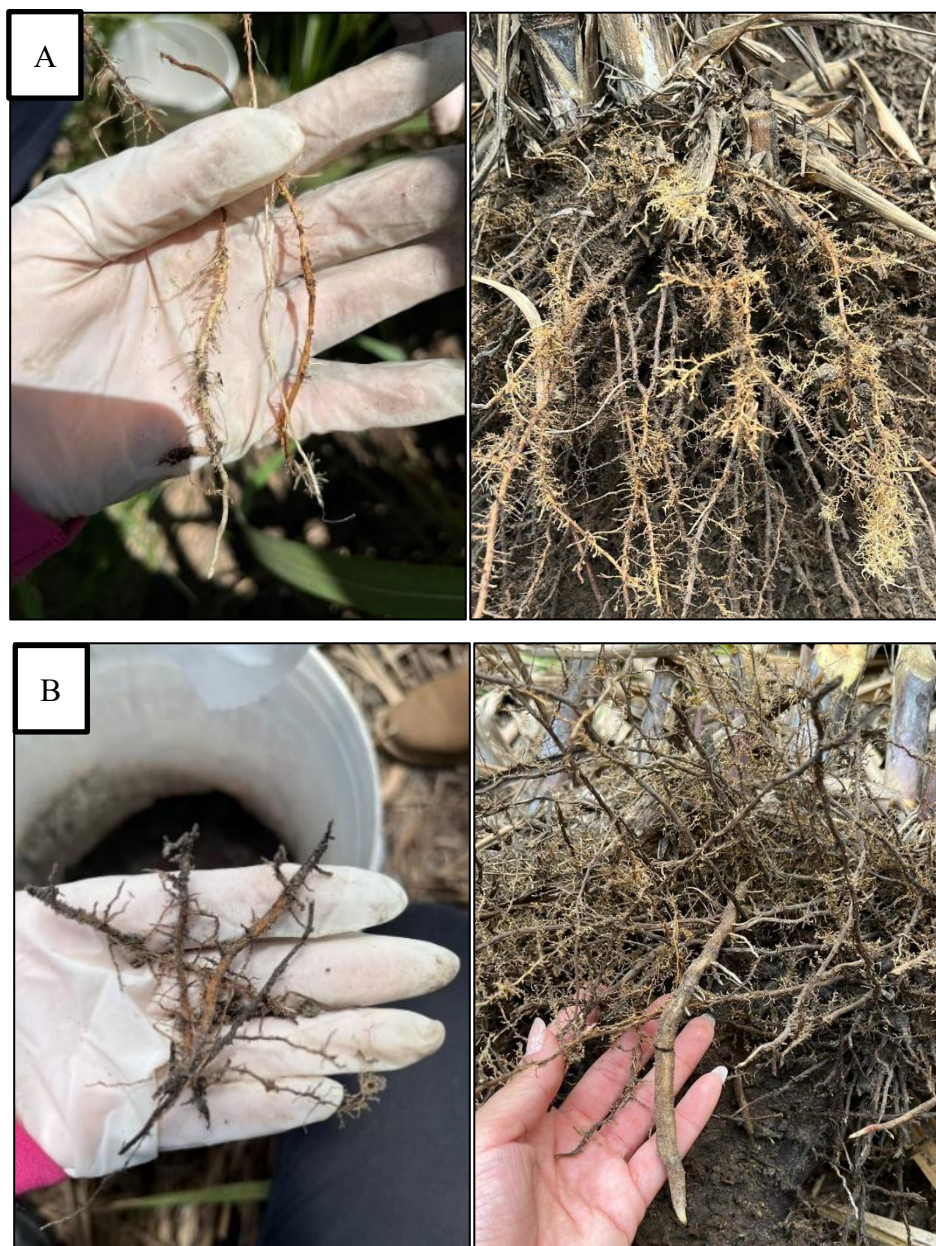


Imagem 7. Avaliação visual realizada 30 dias após aplicação do multiplicado, aspecto radicular da planta tratada(A), aspecto radicular da testemunha(B).

COLHEITA EXPERIMENTAL

A colheita foi realizada ao longo de um período de sete dias, em razão de se tratar de uma área de cultivo em escala comercial. As operações foram conduzidas com o auxílio de colhedora mecanizada, seguindo os procedimentos operacionais adotados pela unidade produtiva. Para obtenção da produtividade de colmos, em tonelada de cana por hectare, todos os caminhões e reboques foram pesados na balança da usina e no laboratório foram retiradas amostras para obtenção dos parâmetros industriais como, porcentagem aparente de sacarose

(pol% caldo), fibra, sólidos totais soluveis (°BRIX), açúcares totais recuperáveis (ATR), pureza e açúcares redutores (AR).



Imagem 8. Esteira formada (A) e carregamento (B), Usina Japungu, Paraíba.

ANÁLISE DE RESULTADOS

Os dados coletados foram analisados por meio de estatística descritiva, com o objetivo de resumir e descrever as principais características do conjunto de informações. Foram utilizadas medidas como média, mediana, moda, desvio padrão, frequências absolutas e relativas, entre outras, permitindo uma compreensão geral do comportamento dos dados sem inferências ou generalizações para além da amostra estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS PRA O GOTEJO 49

Para população de nematóides avaliados em dois tempos (tempo 0 e 30 dias após a aplicação), observou-se que houve redução das médias tanto no solo quanto na raiz para *Pratylenchus spp.* e *Meloidogyne spp.*, com percentuais 56%, 64,28% no solo (Figura 1A) e 28,24% na raiz (Figura 2C) com a aplicação semanal do NemOut® e Active multiplicado via sistema.

Quando comparados ao controle (sem aplicação), o tratamento 20 L ha⁻¹ apresentou redução de 66,26% no solo (Figura 1B) e 66,29% na raiz para *Pratylenchus spp.*, quanto a *Meloidogyne spp.* houve uma redução de 42,37% (Figura 2D).

Dinardo-Miranda (2008) menciona que os fatores que podem interferir na severidade dos danos causados por nematoides são a densidade populacional, a variedade cultivada e as

condições ambientais.

As demais espécies avaliadas não apresentam danos para o desenvolvimento da cana-de-açúcar.

POPULAÇÃO NEMATÓIDES NO SOLO - SEMANALMENTE

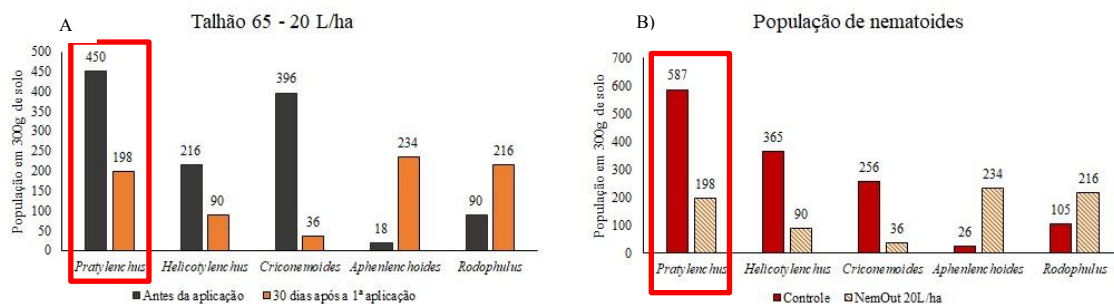


Figura 1. Médias da população de nematoides avaliados em 300g de solo antes da aplicação do multiplicado e 30 dias após a aplicação (A) e médias do controle vs tratamento 30 dias após a aplicação (B), Usina Japungu, PB.

POPULAÇÃO DE NEMATOIDES NA RAIZ - SEMANALMENTE

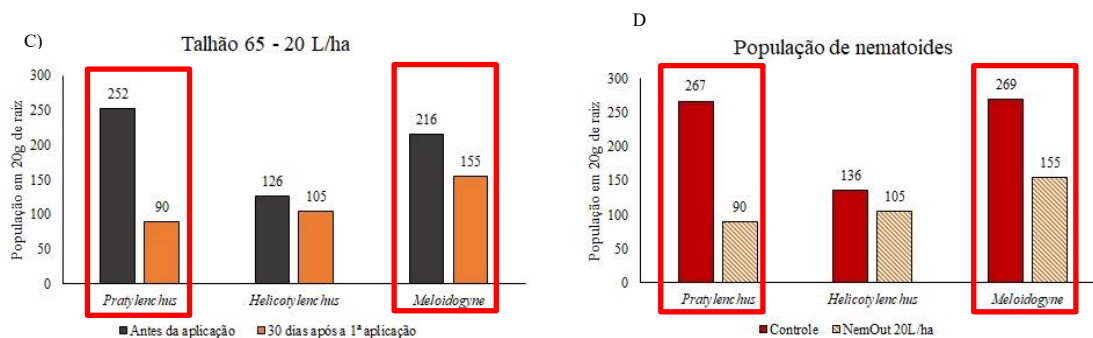


Figura 2. Médias da população de nematoides avaliados em 20g de raiz antes da aplicação do multiplicado e 30 dias após a aplicação (C) e médias do controle vs tratamento 30 dias após a aplicação (D), Usina Japungu, PB.

PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E INDUSTRIAL – GOTEJO 49

Para toneladas de colmo por hectare (TCH), a adição do multiplicado de 20 L ha⁻¹ semanalmente proporcionou aumento de 54,12% com ganho de 38,54 t ha⁻¹, comparado ao tratamento que não recebeu aplicação da tecnologia (Figura 3E).

Nas últimas pesquisas, tem se comprovado que a presença de agentes microbiológicos no interior dos tecidos vegetais favorece a planta elevando a eficácia biológica. Os microrganismos promotores de crescimento são capazes de produzir hormônios ou fatores de crescimento, maior eficiência no uso de alguns nutrientes e aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes pela planta (BENÍTEZ et al., 2004).

O açúcar total recuperável (ATR), obteve diferença de 5,75 kg t⁻¹, no entanto, apesar do contraste, os valores são abaixo dos níveis ideais para ATR na cana-de-açúcar conforme a EMBRABA, 2023, que indica o valor referencial de 120 kg t⁻¹ (Figura 3F).

Quanto a toneladas de açúcar por hectare (TAH), a injeção do multiplicado apresentou maior média com 10,45 t ha⁻¹, expressando ganho de 4,08 t ha⁻¹ frente a testemunha (Figura 3G).

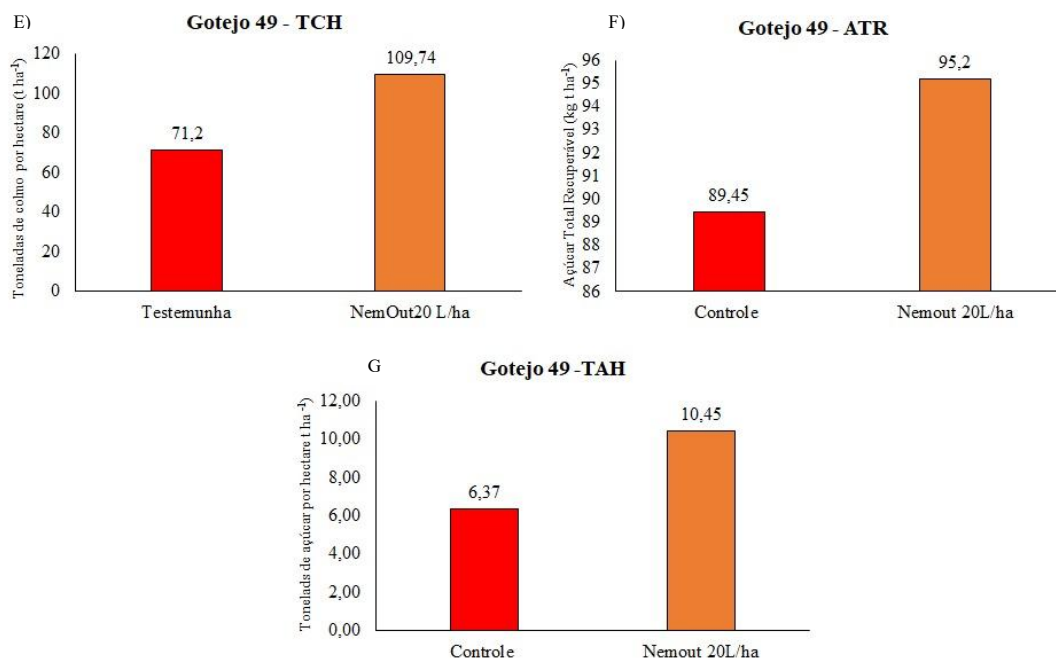


Figura 3. Médias para toneladas de colmo por hectare (E), açúcar total recuperável (F) e toneladas de açúcar por hectare (G), Usina Japungu, PB.

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS GOTEJO 57

POPULACIONAL DE NEMATÓIDES – QUINZENALMENTE

Para a população de nematóides avaliados em dois tempos (tempo 0 e 30 dias após a aplicação), observou-se que na aplicação quinzenal de 20 L ha⁻¹ houve uma redução das médias com percentual de 31,71% para *Pratylenchus spp.* no solo (Figura 4H), 10,06% na raiz e 29,91% para *Meloidogyne spp.*, respectivamente, quando comparado ao nível populacional preexistente na coleta realizada antes da injeção do multiplicado (Figura 6L). No entanto, a aplicação quinzenal de 40 L ha⁻¹ obteve menor média no solo com diferença no percentual de 13,90% para *Pratylenchus spp.* (Figura 4I), entretanto, na raiz a redução com a aplicação do multiplicado proporcionou percentual de 30,61% para *Pratylenchus spp.* e 41,80% para *Meloidogyne spp.* (Figura 6M), nível populacional reduzido mais expressivo que a aplicação quinzenal de 20 L ha⁻¹.

POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES NO SOLO - QUINZENALMENTE

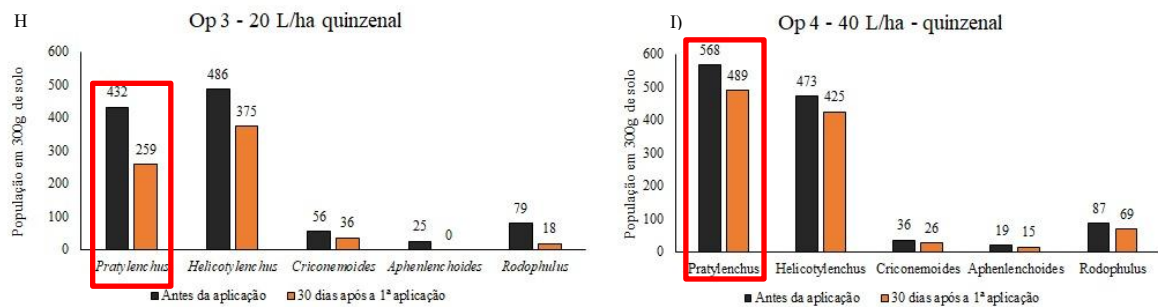


Figura 4. Médias da população de nematoides avaliados em 300g de solo antes da aplicação do multiplicado e 30 dias após a aplicação nas operações 3 (20 L ha⁻¹) (H) e 4 (40 L ha⁻¹) (I) quinzenais, Usina Japungu, PB.

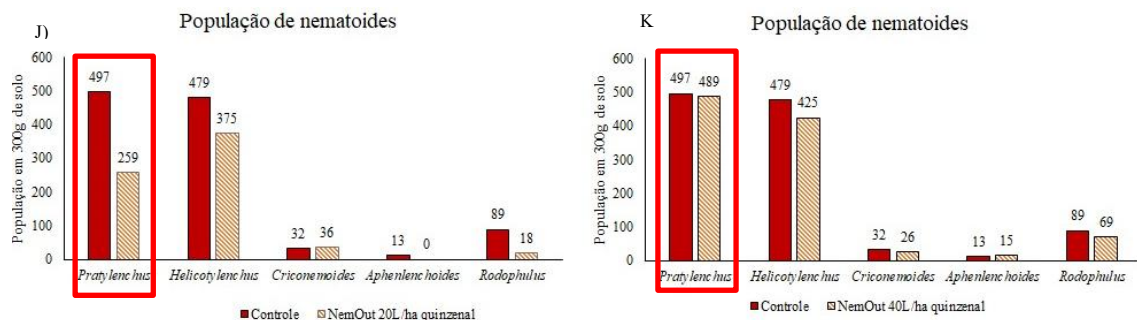


Figura 5. Comparação das médias do controle com o tratamento 30 dias após a aplicação do multiplicado nas operações 3 (20 L ha⁻¹) (J) e 4 (40 L ha⁻¹) (K) quinzenais, Usina Japungu, PB.

POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES NA RAIZ – QUINZENALMENTE

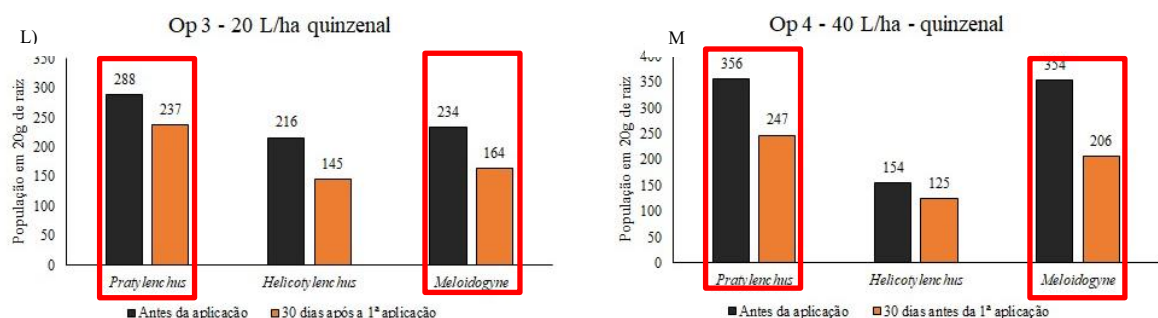


Figura 6. Médias da população de nematoides avaliados em 20g de raiz antes da aplicação do multiplicado e 30 dias após a aplicação nas operações 3 (20 L ha⁻¹) (L) e 4 (40 L ha⁻¹) (M) quinzenais, Usina Japungu, PB.

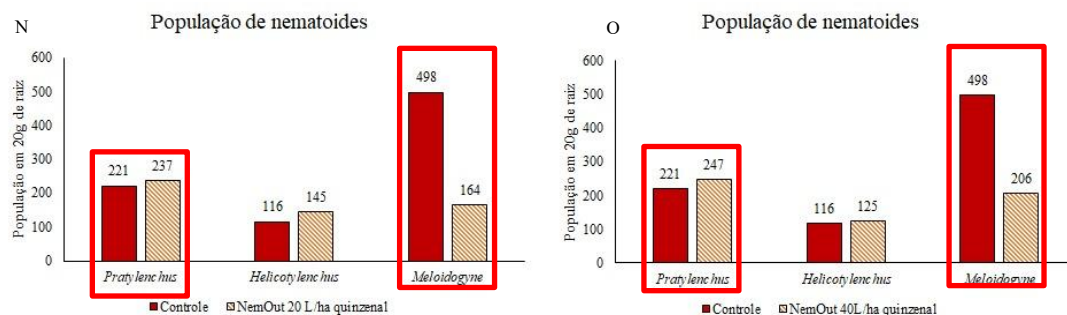


Figura 7. Médias da população de nematoides avaliados em 20g de raiz antes da aplicação do multiplicado e 30 dias após a aplicação para as operações 3 (20 L ha⁻¹) (N) e 4 (40 L ha⁻¹) (O) quinzenais, Usina Japungu, PB.

Quando comparados ao controle, o tratamento 20 L ha⁻¹ apresentou diferença no percentual de 66,26% no solo para *Pratylenchus spp.* (Figura 5J), e 67,06% para *Meloidogyne spp.*, na raiz (figura 7N). Quanto a aplicação quinzenal de 40 L ha⁻¹ não foi possível observar diferença entre as médias para a avaliação populacional no solo (Figura 5K), contudo, na raiz houve redução de 58,63% para *Meloidogyne spp.* (Figura 7O).

As demais espécies avaliadas não apresentam danos para o desenvolvimento da cana-de-açúcar.

A redução das médias observadas por meio da injeção do multiplicado NemOut® via sistema de irrigação é justificada pelos componentes microbiológicos que formam a composição da tecnologia e seus modos de ação. A adição de *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* e *Trichoderma* via sistema atuaram na redução populacional, resultado semelhante foi observado por Hermenegildo, 2020, chegando a conclusão de que houve a inibição de *Pratylenchus spp.* no solo e na raiz por meio da inoculação de *Bacillus subtilis* em sementes de soja. Além disso, Haddad, 2022, observou que nove dentre os 16 isolados de *Trichoderma* avaliados foram capazes de parasitar os ovos de *M. incognita*. Todos emitiram metabólitos voláteis que reduziram a taxa de eclosão de Juvenil 2 e dentre eles cinco isolados causaram 100% de mortalidade dos juvenis.

PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E INDUSTRIAL – GOTEJO 57

As maiores produtividades foram obtidas nos tratamentos fertirrigados com as tecnologias NemOut e Soil-Plex Ative. Dentre os dois talhões, o tratamento com a aplicação de 20 L ha⁻¹ aplicados quinzenalmente obteve média de 133,33 t ha⁻¹, apresentando ganho de 1,13 t ha⁻¹ comparado ao tratamento com a aplicação de 40 L ha⁻¹ com TCH médio de 132,2 t ha⁻¹ e 5,17 t ha⁻¹ comparado ao controle (sem aplicação) (Figura 8P).

No ciclo da cana planta, o ganho de toneladas de colmo por hectare dos tratamentos em

relação a testemunha foi de 4,03% e 3,15%, respectivamente, evidenciando que aplicação das tecnologias via gotejo elevaram significativamente a produtividade da cultura da cana-de-açúcar.

Das variáveis analisadas, o açúcar total recuperável (ATR) é de suma importância para a indústria e os produtores da área, visto que é através do mesmo que é determinado o preço pago aos produtores, segundo a metodologia descrita pela Consecana (2006). A baixa qualidade tecnológica dos talhões estudados, podem ter sido afetados pela impureza vegetal (terra, folhas, palha, etc), tratos culturais (adubação, irrigação etc), pragas e doenças (broca, ferrugem, nematoides etc.), clima atípico (chuvas no período da safra, principalmente no inverno) e pela não maturação das áreas (Figura 8Q).

Para toneladas de açúcares por hectare (TAH), não foi possível observar ganhos entre os tratamentos. Isso demonstra que a cultura passou por processos que inviabilizaram a qualidade do processamento (Figura 8R).

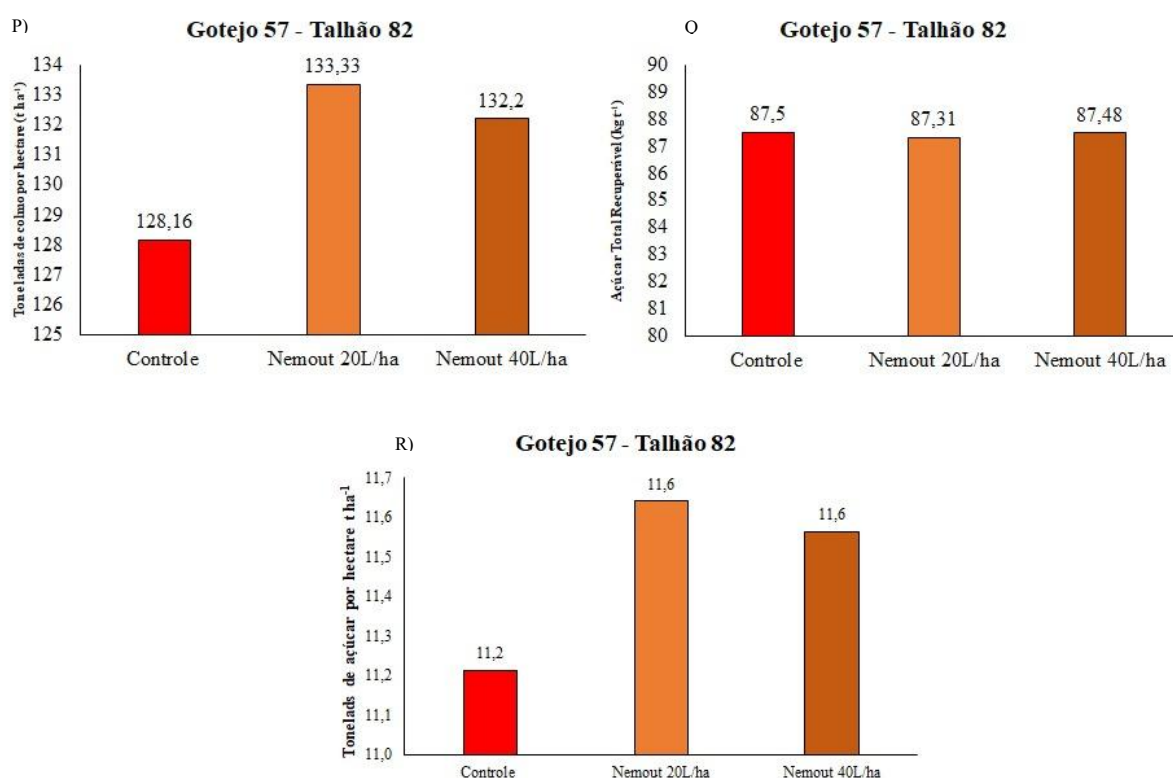


Figura 8. Médias de toneladas de colmo por hectare (TCH) (P), açúcar total recuperável (ATR) (Q) e toneladas de açúcar por hectare (TAH) (R), Usina Japungu, PB.

CONCLUSÕES

A aplicação semanal de 20 L ha⁻¹ foi mais eficiente no biocontrole populacional de fitonematóides para o cenário avaliado.

A aplicação semanal de 20 L ha⁻¹ proporcional maiores ganhos de produtividade e de qualidade tecnológica.

A utilização de do NemOut e Active injetados via sistema de irrigação na cana-de-açúcar cultivada nos tabuleiros costeiros do nordeste é uma alternativa de manejo com menor custo e de maior sustentabilidade

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Estágio Supervisionado Obrigatório representou uma etapa fundamental para a consolidação da formação profissional, possibilitando a integração entre os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso e sua aplicação prática em um contexto real de produção agrícola e pesquisa. As atividades desenvolvidas ao longo do estágio contribuíram significativamente para o amadurecimento técnico, científico e profissional, ampliando a compreensão sobre os desafios e as responsabilidades inerentes à atuação na área agrônoma.

Durante o estágio, foram desenvolvidas atividades voltadas à aplicação de tecnologias biológicas no manejo de fitopatógenos da cana-de-açúcar, com ênfase na utilização de microrganismos benéficos, como *Bacillus subtilis*. Essas ações foram realizadas com o objetivo de avaliar estratégias sustentáveis de manejo fitossanitário, alinhadas às demandas atuais do setor sucroenergético por sistemas de produção mais eficientes e ambientalmente responsáveis. A condução das atividades envolveu planejamento experimental, amostragem de solo e raízes, aplicação via fertirrigação, acompanhamento de campo e interpretação de resultados laboratoriais, proporcionando uma visão abrangente do processo produtivo e científico.

Do ponto de vista formativo, o estágio permitiu compreender, de forma prática, a importância do rigor metodológico, da organização dos dados, do trabalho em equipe e da tomada de decisões técnicas embasadas em critérios científicos. A vivência em campo evidenciou que, embora a base teórica adquirida durante o curso tenha sido essencial para a compreensão dos processos envolvidos, a prática profissional exige constante adaptação, senso crítico e capacidade de resolver problemas de forma dinâmica.

Como aspecto positivo, destaca-se a oportunidade de vivenciar a realidade da pesquisa aplicada em parceria com o setor produtivo, o que contribuiu para o desenvolvimento de competências técnicas e profissionais, além de fortalecer o interesse pela área de nutrição de plantas, fertilidade do solo e manejo biológico. Em contrapartida, alguns desafios foram enfrentados, como a necessidade de adequação às condições operacionais do campo e às limitações impostas por fatores climáticos e logísticos, os quais, no entanto, serviram como importantes ferramentas de aprendizado e desenvolvimento profissional.

De modo geral, o estágio supervisionado mostrou-se uma experiência de grande relevância para a formação acadêmica e profissional, validando a importância dessa etapa como elo entre a universidade e o mercado de trabalho. A experiência contribuiu não apenas para o aprimoramento técnico, mas também para o fortalecimento de valores como responsabilidade, ética, comprometimento e visão crítica, elementos indispensáveis para a atuação profissional futura.

REFERÊNCIAS

COYNE, D. L.; CORTADA, L.; DALZELL, J. J.; CLAUDIUS-COLE, A. O.; HAUSSMANN, B. I. G. Plant-parasitic nematodes and food security in sub-Saharan Africa. *Annual Review of Phytopathology*, v. 56, p. 381–403, 2018.

EMBRAPA. Manejo integrado de nematoides em culturas agrícolas. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

EMBRAPA. Controle biológico de doenças de plantas: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

HARMAN, G. E.; DONI, F.; KHAN, A.; NAZIR, S. Trichoderma in agriculture: applications, modes of action, and future prospects. *Plant Disease*, v. 105, n. 10, p. 1–16, 2021.

KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J. Microbial biological control agents: current challenges and future perspectives. *Journal of Plant Diseases and Protection*, v. 128, p. 191–205, 2021.

LIRA, J. M. S.; COSTA, S. R.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Biological control agents in the management of plant-parasitic nematodes. *Biological Control*, v. 176, p. 105050, 2023.

MACHADO, A. C. Z.; FERRAZ, L. C. C. B.; DIAS-ARIEIRA, C. R. Controle biológico de nematoides fitoparasitas: avanços e perspectivas. *Nematologia Brasileira*, v. 44, p. 1–14, 2020.

MORAES, W. B.; JESUS JÚNIOR, W. C.; BARBOSA, D. H. S. G. Manejo integrado de doenças de plantas: avanços e desafios. *Summa Phytopathologica*, v. 46, n. 3, p. 217–225, 2020.

OLIVEIRA, A. L. M.; MENDES, R.; ARAÚJO, W. L. Rhizosphere microbiome and its role in suppressive soils against plant-parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology*, v. 167, p. 104004, 2021.

OLIVEIRA, A. L. M.; SANTOS, M. S.; MENDES, R. Microrganismos benéficos no controle biológico de doenças agrícolas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 57, e02691, 2022.

Produção de cana-de-açúcar na safra 2025/26 é atualizada para 668,8 milhões de toneladas.

Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-cana-de-acucar-na-safra-2025-26-e-atualizada-para-668-8-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 13 dez. 2025.

SILVA, G. S.; SANTOS, J. M.; CASTRO, J. M. C. Alternativas biológicas no manejo de nematoides fitoparasitas. *Summa Phytopathologica*, v. 46, n. 4, p. 312–320, 2020.

THOMAZELLI, G. S. et al. Immunity of sugarcane cultivars to *Meloidogyne enterolobii*. **Bioscience Journal**, [s. l.], v. 36, n. 6, p. 1984–1989, 2020.