



Correlação de diferentes doses de nitrogênio em beterraba com a atividade microbiana e teores de nitrogênio dos tubérculos

Correlation of different nitrogen doses in beetroot with microbial activity and nitrogen contents of tubers.

Eduardo Silva¹

Julia Rezende¹

Paula Rachel Rabelo Corrêa²

Resumo: A Beterraba está cada vez mais presente na mesa dos brasileiros. Quando essa hortaliça anual recebe adubação nitrogenada de maneira eficaz e com dosagem certa, essa ação reflete em efeitos benéficos para o manejo, influenciando tanto no produto como também na produção final. Portanto, o objetivo deste trabalho foi aplicar diferentes doses de nitrogênio no solo a fim de verificar a correlação com a qualidade dos tubérculos e na atividade microbiana no solo. Os resultados revelaram que apesar da ausência de significância para comprimento da planta e do “fruto” o fator dose foi significativo para exportação de nitrogênio e para interação com a atividade microbiana.

Palavras-chaves: respiração microbiana, quociente metabólico, metabolismo microbiano, biomassa microbiana.

1.Introdução

Em termos nutricionais a beterraba (*Beta vulgaris*) é uma das hortaliças mais exigentes, requerendo um programa de adubação equilibrado capaz de repor os nutrientes extraídos pela cultura. Dessa forma os nutrientes devem ser aplicados nas quantidades e épocas corretas, onde possibilitará prever a resposta da cultura à adubação, à calagem e a quantidade de nutriente ou de corretivo a ser aplicada. Nesse processo de calibração busca-se chegar a um valor, o qual indicará o grau de suficiência de um determinado nutriente no solo (SBCS, 2004). O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulado na planta, em cada estágio de

^{1,2}Graduandos do curso de Engenharia Agrônômica do Grupo Unis,

³ Professora Doutora Microbiologia do Solo Grupo Unis /Solilactis

desenvolvimento, fornece informações úteis que pode auxiliar no programa de adubação em culturas variáveis nos distintos estágios fisiológicos da cultura (VILLAS-BOAS, 2001).

O nitrogênio é um nutriente essencial para a produção da beterraba, aumentando sua produtividade já que promove a expansão foliar e aumenta a massa da raiz. Nas culturas com raízes tuberosas o crescimento e a composição da raiz são dependentes do nitrogênio (ALVES et al., 2008; TRANI et al., 2013). A uréia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no mundo, sendo muito usada em olerícolas, gramíneas, milho, pastagens, trigo, por conta da necessidade mais elevada dessas culturas no momento de maior expansão foliar (ANDA, 2017).

A fixação do nitrogênio ocorre através de organismos fixadores, em associação como bactérias do gênero *Rhizobium* ou em vida livre como *Azotobacter* e *Clostridium*. Estes microrganismos obtêm energia a partir da transformação química do nitrogênio gasoso para amônia (NH_3) que é transformada em nitritos (NO_2) e depois em nitratos (NO_3). Portanto, não basta apenas adubar, é necessário que o solo esteja com uma flora microbiana ativa capaz de entregar os compostos na formulação correta para as plantas. Uma adubação nitrogenada realizada de maneira eficaz e com dosagem certa para a cultura de beterraba implica em efeitos benéficos para o manejo e o desenvolvimento da cultura, influenciando tanto no produto final como também na produção (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2005).

Desta maneira, espera-se contribuir para que produtores rurais possam conduzir a adubação com diferentes tipos de dosagem de nitrogênio na lavoura de maneira mais assertiva, alcançando assim uma maior produção e maior lucro. Como a beterraba é muito exigente quanto a presença do nitrogênio para se alcançar uma boa produção ela foi a cultura escolhida para realização desse experimento. Portanto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a atividade microbiana no solo e a qualidade dos tubérculos em função das diferentes doses de adubações nitrogenadas na cultura da beterraba.

2. Referencial Teórico

2.1. Propriedades Da Cultura Beterraba

A beterraba, pertencente à família Quenopodiaceae, é rica em açúcares, tem alto teor de ferro e é uma fonte de folato e vitamina C. Suas folhas são ricas em potássio, cálcio, ferro e sódio. Essa hortaliça anual produz melhor em clima ameno na faixa de 10 a 20°C, porém é

cultivada durante o ano todo. Na cultura de verão há um maior risco e alta incidência de doenças. As regiões Sudeste e o Sul cultivam 77% do que é produzido (TRANI et al, 2005). O solo para se desenvolver adequadamente a cultura de beterraba, deve ser leve e de textura média ou argilosa, bem drenado, com baixa acidez e rico em matéria orgânica (CUNHA, 2011). Geralmente, o preparo do solo precisa ser arado e gradeado, para a construção de um canteiro fofo e destorroados, fazendo com que as raízes sejam bem desenvolvidas e com boa formação (CARVALHO; SILVEIRA, 2018). Os canteiros de 1,0 a 1,2 metros de largura, 20 a 30 centímetros de altura devem ser separados entre si por 40 a 50 centímetros. A profundidade para a semeadura recomendada deve ser de 1 a 2 centímetros. As mudas geralmente são transplantadas cerca de 20 a 30 dias após a semeadura, quando apresentam 5 a 6 folhas e 15 centímetros de altura. As mudas quando formadas em bandejas devem ser transplantadas 20 dias após a semeadura (TRANI et al, 2005). Com a utilização de semeadura direta em canteiros definitivos, a colheita é feita 60 a 70 dias após a semeadura quando a raiz atinge 10 centímetros de diâmetro e 6 centímetros de comprimento. Após a colheita, as beterrabas são lavadas e secas na sombra, sua parte aérea é cortada bem rente e a raiz pivotante deve ser aparada (TIVOLLI, TRANI, 2005; CARVALHO; SILVEIRA, 2018).

2.2 Ciclo Do Nitrogênio e os Microrganismos

É um nutriente essencial necessitado por todos os organismos vivos. O nitrogênio é um elemento que necessita estar presente em grandes quantidades, sendo um componente essencial de proteínas, ácidos nucleicos, e outros constituintes celulares. Apesar do nitrogênio estar em abundância na atmosfera (78%), ele é um nutriente mais restritivo ao crescimento das plantas, pois o N_2 não pode ser manuseado pela maioria dos organismos, em consequência da ligação tripla entre os átomos de nitrogênio ($N=N$), o que transforma a molécula a ser quase imóvel. Em quantidades consideráveis de energia, os átomos combinam-se com outros e resultam na quebra da molécula (SOUZA, 2008). A fixação do nitrogênio ocorre através de organismos fixadores, como bactérias *Rhizobium*. As bactérias do gênero *Azotobacter* e *Clostridium* também são fixadoras de N, sendo de vida livre e que obtém energia a partir da transformação química do nitrogênio gasoso ou amonificação, assim produzindo amônia (NH_3), que é transformada em nitritos (NO_2) e depois em nitratos (NO_3). O nome dado ao processo de transformação da amônia é nitrificação (VIEIRA, 2017). As bactérias e os fungos

decompositores produzem gás amônia (NH_3) e sais de amônio (NH_4) que completam a fase de amonificação do ciclo. O NH_3 e NH_4 são transformados em nitritos (NO_2), e depois no processo de nitrificação são transformados em nitratos (NO_3). As bactérias *Pseudomonas* desnitrificam nas condições anaeróbias e desfrutam dos nitratos no processo respiratório, assim agindo na conversão dos nitratos e a desnitrificação da amônia em nitrogênio, sendo devolvido a atmosfera. Através dos processos de decomposição orgânica e degradação da amônia, ocorre sempre uma recomposição do nitrogênio atmosférico (VIEIRA, 2017).

2.3 Fontes de adubação nitrogenada

É importante efetuar uma adubação de fertilizante de forma racional, conhecer os nutrientes no solo e as exigências nutricionais da cultura (VIEIRA, 2017). Quando utilizado em quantidades maiores, o nitrogênio passa a ser poluente, desencadeando reações e processos prejudiciais ao meio ambiente (SOUZA, 2008). A eficácia da adubação de nitrogênio pode ser afetada por diversos fatores, como por exemplo microrganismos, o tipo de solo, a fonte de nitrogênio, temperatura, podendo ocorrer diferenças referente as doses de nitrogênio recomendadas na literatura (TRANI et al., 1993). O uso de fertilizantes no Brasil superou 37 milhões de toneladas anuais, 80% deste volume é procedente de importação. Dentre os 17 nutrientes considerados essenciais encontra-se o nitrogênio, com o maior volume de comercialização no mundo. A ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no mundo, sendo muito usada em gramíneas, milho, pastagens, trigo, por conta da necessidade mais elevada no momento de maior expansão foliar. Para evitar perdas de volatilização é preciso considerar os critérios climáticos (VIEIRA, 2017).

Alguns estudos informam que a utilização de inibidores de nitrificação pode ajudar o melhoramento da eficiência do uso do nitrogênio conveniente à redução da lixiviação de nitrato e desenvolvimento de N na forma amoniacal para a planta, as pesquisas no Brasil são poucas comparada a outras potências agrícolas (VIEIRA, 2017).

O fosfato de 3,4-dimetilpirazol (DMPP), é um inibidor de nitrificação muito eficiente, porém sua eficácia é dependente das condições climáticas e do solo (umidade, textura e temperatura).(VIEIRA, 2017). As pesquisas que buscam o estabelecimento de doses e fontes ideais de adubação nitrogenada, possui uma grande importância, pois elas orientam para que

haja a qualidade extrema no processo produtivo (BRACHTVOGEL; PEREIRA; VEFAGO; POTIN; PRIMO; MENSCH, 2016).

3. Metodologia

O experimento foi realizado, no período de março a junho, na cidade de Varginha-MG cujas coordenadas geográficas são 21° 32' 47" S, 45° 25' 51" W. Município com 915 metros de altitude, temperatura média de 20.2 °C, média anual de pluviosidade é de 1400 mm e classificação do clima como Cwb, segundo Embrapa (1999). Foram coletadas amostras de solo do experimento de campo, destoradas e passadas em peneira com malha de 2 mm e enviado 500 g para a Procafé para análise de fertilidade química e 500 g para a laboratório em processo de pré incubação no Unis Solilactis para análise microbiológica.

As mudas de beterraba com 15 dias de idade foram adquiridas na cidade de Alfenas (MG) e transplantadas para canteiros previamente preparados com 1,20 cm de largura e 2,00 m de comprimento. Para suprir demanda de água durante todo tempo do plantio foi realizado irrigação manual com auxílio de um regador de 2 litros, duas vezes ao dia.

Os tratamentos foram realizados através de três aplicações manuais de diferentes doses do adubo NPK da marca Fertipar cuja fonte de nitrogênio é a uréia. Para o potássio foi usado o cloreto de potássio e as aplicações ocorreram nos dias 25/03, 18/04 e 16/5. Foi aplicada no primeiro tratamento 0 Kg.ha⁻¹ de N por planta (T1), no segundo 0,024 Kg.ha⁻¹ de N (T2), no terceiro 0,036 Kg.ha⁻¹ de N (T3) e no quarto 0,144 Kg.ha⁻¹ de N (T4), essas dosagens distribuídas entre as três aplicações. O experimento foi montado em delineamento de blocos casualizados (DBC) com 4 tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e 5 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela foi composta por 4 linhas espaçadas de 0,30 m entre as linhas, 0,15 m entre as plantas, totalizando 68 plantas por parcela e 272 plantas no total, cuja área total foi de 9,2m² e a área útil analisa foi de 2,4 m².

As avaliações foram realizadas 85 dias após o plantio. A coleta do material para ser avaliado ocorreu na parte da manhã para prevenir o murchamento até chegar ao laboratório. Os “frutos” das beterrabas foram levados em sacos de papel kraft para o laboratório de química do Unis-MG para análise da exportação do nitrogênio.

As análises químicas para a determinação dos teores de nutrientes presentes em cada fração foram feitas nos extratos obtidos pela digestão sulfúrica (nitrogênio), seguindo um protocolo: i) desidratação das beterrabas, separadas por tratamentos, em estufas mantidas a

temperatura constante de 74 ° C durante 24 h, ii) taragem dos aparelhos com 2 gramas de mistura catalítica, 4 ml de ácido sulfúrico e 300 gramas das amostras desidratadas de beterraba, iii) exaustão em exaustor a 400 °C, por uma hora e meia, depois de resfriados, foram adicionados 15 ml de água destilada iv) destilação adicionando-se 18 ml de soda cáustica (NaOH) e 50 ml de ácido bórico (solução receptora) dentro dos erlenmeyers, v) titulação da solução vi) cálculos para encontrar a porcentagem de nitrogênio (GRANJEIRO, 2007)

Para as análises microbianas realizadas pelo laboratório Solisolis, segundo Dionísio, et al.(2016) foram: Biomassa microbiana (BMS), respiração induzida por substrato (RIS) método de Anderson; Domsch, (1978) descrito por Hopper (2006), a respiração microbiana em sistema estático (RBS) método de Alef (1995), quociente metabólico (qCO_2), que representa a quantidade de C-CO₂ evoluído por unidade de C microbiano ($g\ h^{-1}$ de C-CO₂/mg.g⁻¹ de C-biomassa microbiana do solo) e quociente microbiano ($q\ MIC$), que é a relação $CBMS/CO_2$ ().

4. Resultados e Análises

A análise química revelou um solo com os seguintes atributos químicos: 28g/kg matéria orgânica, pH 5,5 em CaCl₂ e 6,15 em água, P disponível 28, 72 e K trocável 151 ambos em mg/dm³ Ca 3,09, Mg 2,42, Al trocável 0,00, H+ AL 3,05 em cmol_c/dm³, Zn 9, Fe 0, 3,8, Mn 84,8, Cu 2,1, B 0,2, S 8,0 em mg/dm³, saturação de bases 65,9 %. Os resultados revelaram para a cultura da beterraba valores limiares de fósforo (P) e boro (B), acidez em CaCl₂ e saturação de bases, além de valores altos de zinco (Zn), potássio (K) e enxofre (S).

O resultado da análise de variância para mensurar o efeito do comprimento (cm) da planta e as doses de nitrogênio revelou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, por isto, para esta análise deve-se aceitar H₀ (Tabela 1).

Tabela 1- Resultado da ANAVA para comprimento em altura (cm) de plantas de beterrabas cultivadas com diferentes doses de N					
C.V	GL	SQ	QM	F	F 5%
Tratamentos	3	9,3650	3,1217	1,6957	3,239
Erro	16	22,0925	1,8410		
Total	19	31,4575			
CV- 4,26%					

Não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

O resultado da análise de variância para mensurar o efeito do comprimento (cm) do “fruto” (raiz tuberosa) e as dose de nitrogênio revelou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, por isto, para esta análise deve-se aceitar H₀ (Tabela 2).

Tabela 2- Resultado da ANAVA para comprimento de raiz de plantas de beterrabas cultivadas com diferentes doses de N.					
C.V	GL	SQ	QM	F	F 5%
Tratamentos	3	0,5425	0,1808	1,7008	3,239
Erro	16	1,2750	0,1063	-	-
Total	19	1,8175	-	-	-
CV- 8,38%	-	-	-	-	-

Não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

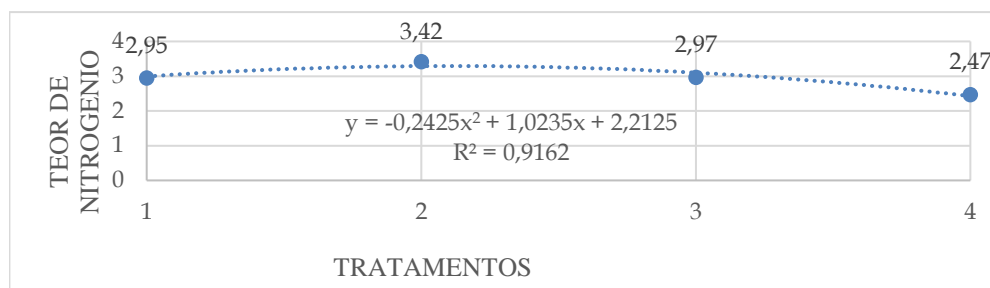
Os resultados apresentados na tabela 1 e 2 revelaram que as diferenças nas doses aplicadas dos fertilizantes não influenciaram, nas condições deste trabalho, o comprimento da planta e o comprimento da raiz da beterraba. Trabalhos realizados por Brachtvogel et al. (2016) revelaram que a adubação nitrogenada não obteve o resultado esperado tanto para doses como para fontes nas características avaliadas. Quando comparados os fatores avaliados não houve significância entre os valores de BRIX, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, produtividade fresca e produtividade em massa seca. Para este último dado houve diferença para o fator dose. Segundo os autores, o resultado desse trabalho pode ter sido influenciado pela boa fertilidade do solo onde o experimento foi realizado.

Trabalho realizado com beterraba por Oliveira et al. (2017) onde se avaliou diferentes doses de nitrogênio nas variáveis matéria fresca de folha (MFF), matéria fresca total (MFT) e matéria seca total revelou efeito significativo ($p < 0,01$) para todas as variáveis biométricas avaliadas. O trabalho citado foi realizado para calibrar a adubação de macro e micronutrientes e os resultados revelaram efeito significativo para o fator N com as plantas atingindo a máxima produtividade com aplicação de 100 kg/ha de N na presença de S, Zn, B e Mo, cuja adição praticamente dobrou a produção de raízes. Os autores sugerem que na presença de uma adubação equilibrada o nitrogênio age interagindo com os outros nutrientes e a cultura aumenta a sua produtividade, no entanto, sem o equilíbrio nutricional nitrogênio sozinho não consegue o resultado esperado, ou seja, não alcança a correlação nitrogênio e produtividade esperada.

O resultado da análise de variância para avaliar as diferentes doses do fertilizante e a exportação do nitrogênio para o “fruto” da beterraba revelou diferenças significativas entre os tratamentos nas condições aplicadas neste experimento. O gráfico da regressão revelou que o

tratamento 2, onde foi aplicado a dose de N de 0,024 Kg.ha⁻¹, foi o que obteve melhor resultado (Gráfico 1).

Gráfico 1 Resultado da Regressão para o fator dose de Nitrogênio.



No tratamento 2 foi aplicado a menor dose de nitrogênio avaliada neste experimento e foi o tratamento que deu melhor resultado de exportação do elemento nitrogênio para o “fruto”. Os resultados revelaram que apesar da ausência de significância para comprimento da planta e do “fruto” o fator dose foi significativo para exportação de nitrogênio. Outro fator interessante foi que a menor dose aplicada no solo foi a que melhor apresentou resultado para exportação do nitrogênio. Esse resultado mostra a importância dos estudos para calibragem de doses, porque doses excessivas refletem em maiores gastos pelos produtores e, podendo até ser prejudicial a cultura (SOUZA, 2008)

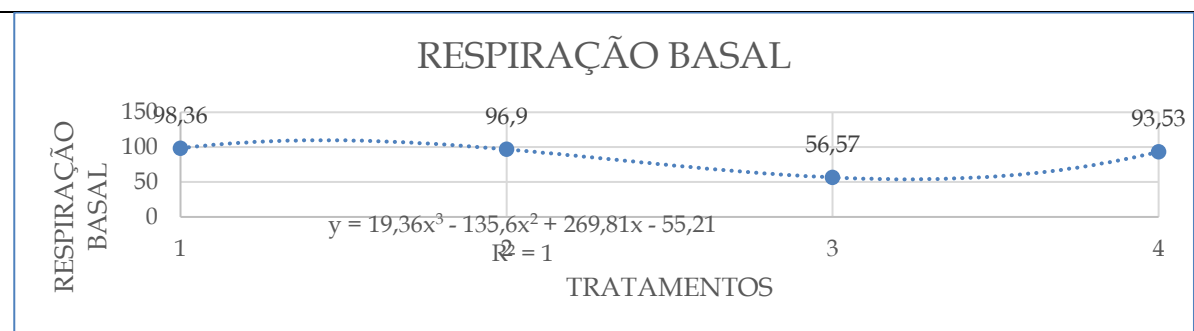
Sabe-se que nitrogênio assimilado pelas raízes é usado para satisfazer as necessidades de compostos nitrogenados da planta, existindo, portanto, uma ligação entre a absorção de N e sua presença no “fruto” da beterraba. Trani et al. (2005) verificaram uma relação linear entre o rendimento de massa seca da parte aérea e de raízes de beterraba com doses aplicadas de nitrogênio. No entanto, os mesmos autores ressaltaram que a resposta à aplicação de nitrogênio em beterraba depende do tipo de solo, da temperatura, da época e maneira de adubação, e da fonte de nitrogênio. Sabe-se também que adubações excessivas de N podem provocar um sabor amargo na beterraba após o seu cozimento e essa condição pode interferir no seu valor comercial (SOUZA et al., 2003). Além disso, Faria e Silva (2004) avaliaram que o excesso de nitrogênio pode aparecer inofensivo, porque geralmente aumenta o vigor de vinhedos e outras culturas, mas que, também pode atrasar a maturação dos frutos e, ainda, predispor a doenças.

Os resultados das análises de variância para avaliar a interação da atividade microbiana e as diferentes doses de fertilizantes utilizados nos tratamentos revelaram significância em todos

os quesitos avaliados: Respiração Basal (RBS), Respiração Induzida (RIS), Biomassa Microbiana (BM), Quociente Metabólico (qCO_2), Quociente microbiano ($qMic$).

O gráfico de regressão da análise para RBS revelou uma possível situação de estresse no solo do tratamento 3 (Gráfico 2).

Gráfico 2 Análise de Regressão para atividade de Respiração Microbiana no Solo.



O resultado para RBS revelou a atividade microbiana real do solo em função do seu próprio teor de matéria orgânica e permitiu inferências sobre a qualidade da decomposição da matéria orgânica dos tratamentos. Revelou também a capacidade de sustentação microbiana, ou seja, a soma total de todas as funções metabólicas nas quais envolveram o CO_2 . O gráfico 2 revelou que os tratamentos conseguiram resultados satisfatórios, mas no tratamento 3 a RBS apresentou um resultado mais baixo do que nos outros tratamentos. Este resultado é compatível com solo de cerrado, mas pode indicar, também, um possível estresse. No entanto, esta condição precisa ser confirmada pelos resultados das análises subsequentes.

Para avaliar se o valor da atividade microbiana ficou subestimado nos tratamentos, ou seja, avaliar se existiam microrganismos no solo, mas, estes microrganismos não estavam ativos, foi testado a RIS, ou seja, a respiração potencial. Para isto, foi adicionado glicose ao sistema, substrato de fácil metabolismo e, avaliado a atividade respiratória (Gráfico 3).

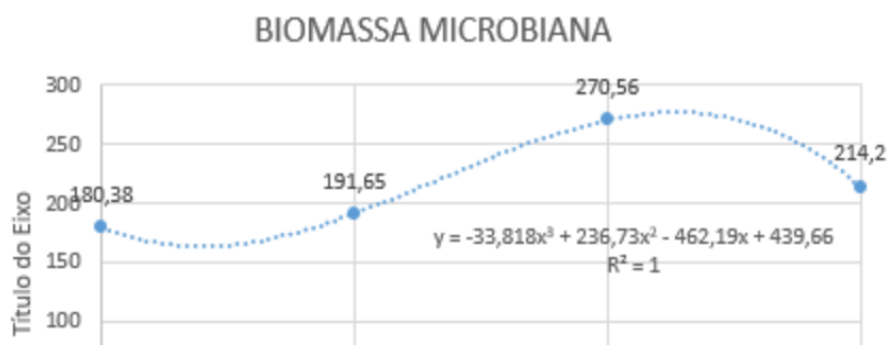
Gráfico 3 Análise de Regressão para atividade de Respiração Induzida.



Os resultados da RIS são muito eficientes para avaliar a respiração em solos estressados, uma vez que estes solos, normalmente, respondem mais lentamente à adição de uma fonte de carbono, em relação a solos não estressados (ANDERSON; DOMSCH, 1978). Seguindo este raciocínio percebe-se que todos os tratamentos reagiram após a adição da glicose. O tratamento 4 revelou um grande potencial com relação a atividade microbiana, e o tratamentos 1, a testemunha foi muito pouco ativada após adição da glicose no sistema.

Os resultados para avaliar a biomassa microbiana (BM) revelaram que os solos dos tratamentos 1 e 2 apresentaram níveis de BM baixos e que os solos dos tratamentos 3 e 4 apresentaram níveis de BM moderados (Gráfico 4), ou seja, acima de 206 mg C kg⁻¹ (MENDES et al., 2015).

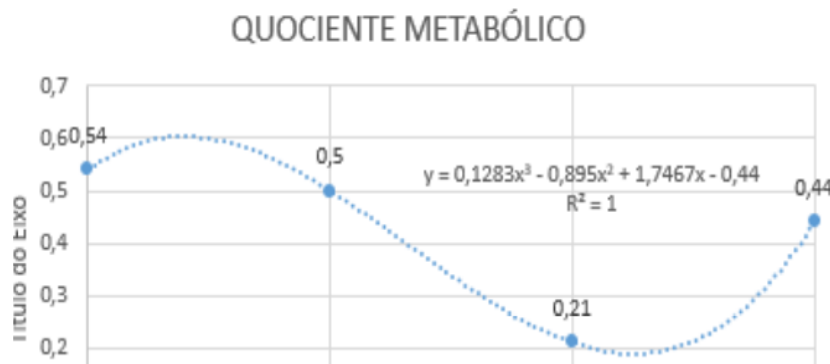
Gráfico 4 Análise de Regressão para o fator Biomassa Microbiana.



Os resultados da BM ofereceram um parâmetro de controle da decomposição, do acúmulo e da transformação dos nutrientes do solo, ou seja, revelaram se os nutrientes estavam sendo imobilizados ou mineralizados pelos microrganismos. Nos processos de mineralização, formas orgânicas de N, presente na matéria orgânica, são disponibilizadas para as plantas pelos microrganismos do solo, que liberam formas inorgânicas desse elemento. No entanto, o microrganismo também tem suas necessidades nutricionais e parte do N liberado pode ser imobilizado na biomassa microbiana.

O gráfico 5 da regressão para avaliar o quociente metabólico (qCO_2) expressou quanto de CO_2 foi liberado pela BM em função do tempo (ALVES et al., 2011).

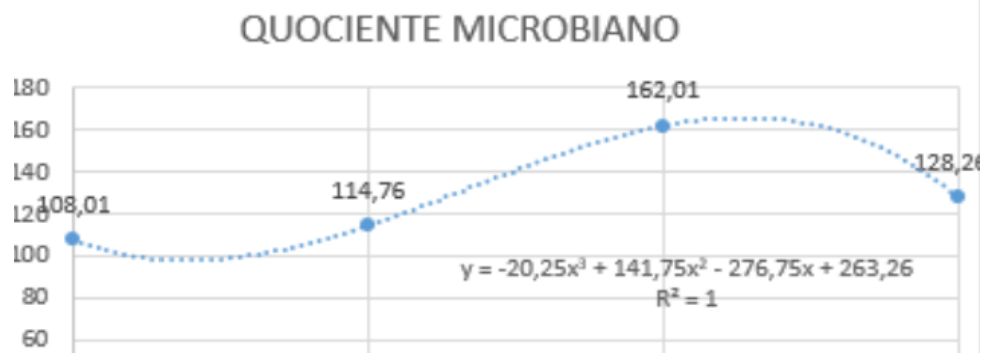
Gráfico 5 Análise de Regressão para o Quociente Metabólico.



Altas taxas de CO_2 incorporada à BM significa que menos carbono foi perdido para a atmosfera portanto, refletem em menores valores de qCO_2 (CUNHA et al., 2011). Nesse sentido os baixos valores de (qCO_2) indicam um ambiente estável para os microrganismos onde o solo não foi revolvido para aplicação dos nutrientes. Caso ocorra mudança de vegetação ou após um preparo de solo, ocorre aumento do quociente metabólico (qCO_2), por isso, o qCO_2 é um indicador muito usado para avaliar sistemas de manejo e muito sensível a diferenças nas metodologias de coleta do solo (BOLOTA et al., 1998). Os resultados apresentados no Gráfico 5 revelaram baixos valores para qCO_2 em todos os tratamentos, com exceção da testemunha. Valores altos de qCO_2 podem estar presentes também em solos jovens cuja flora microbiana ainda não se evoluiu todo com todo o seu potencial ou que possam estar submetidos com algumas situações de estresse.

O resultado apresentado no gráfico 6 refletiu a quantidade de carbono presente no solo e imobilizado na BM. A adição de fontes de C ou N pode aumentar a BM e essa condição pode favorecer os microrganismos do solo imobilizá-los nas suas células.

Gráfico 6 Análise de Regressão para o Quociente Microbiano.



O quociente microbiano (qmic) mostra se carbono orgânico está diminuindo, acumulando ou em equilíbrio no sistema. No entanto, caso a BM apresentar sinais de estresse essa condição fica retratada com aumento nos valores do quociente microbiano. Bolota et al. (1998) relataram que plantios submetidos a vários anos de regime com monocultura apresentaram altos valores de quociente microbiano. O conjunto dos resultados apresentados associados com o resultado para o qmic refletiu algumas tendências relatadas nesse trabalho. O tratamento 2 confirmou-se como um solo mais estabilizado. Os resultados de todas as análises revelaram essa condição favorável do tratamento 2. O tratamento 3 revelou uma RBS compatível com solo de cerrado, um (qC02) baixo, mas revelou um (qmic) alto. Essa condição revelou um solo com tendência de estresse, ou seja, pode estar com seus componentes em desequilíbrio. Apesar dessa situação de estresse ser mais clara no tratamento 3, os dados revelaram que essa condição pode estar estabelecida também no tratamento 4. Essa condição de estresse pode ter estabelecido pela dose excessiva de N aplicada no tratamento 3 e 4.

É importante salientar que o uso do fertilizante NPK, que não é uma fonte pura de nitrogênio, pode ter proporcionado interações complexas, que não foram respondidas por este trabalho. O uso deste fertilizante pode ter proporcionado também alterações na concentração do Fosforo e do Potássio e, esta condição não foi avaliada. Outra condição não avaliada e que pode interferido nos resultados, foi o uso do Cloreto de Potássio como fonte de potássio. O

Cloreto de Potássio interage de forma negativa na comunidade microbiana do solo (Portal do Agronegócio, 2021) portanto, em futuros estudos, que incluam avaliar a comunidade microbiana, deve ser utilizada outra fonte de potássio, como por exemplo, o Sulfato de Potássio ou Nitrato de Potássio. No entanto, apesar desta ressalva, as análises microbiológicas realizadas neste experimento revelaram-se uma ferramenta importante para conhecer a dinâmica dos microrganismos no solo.

6. Considerações finais

As doses de nitrogênio utilizadas não influenciaram no crescimento da altura da planta e da raiz tuberosa da beterraba, nas condições deste trabalho.

A menor dose de adubação nitrogenada (0,024 Kg.ha⁻¹ de N) apresentou o melhor resultado para exportação de nitrogênio na beterraba.

As análises microbiológicas mostraram que o solo do tratamento 2 está estabilizado e o o solo do tratamento 3 e 4 estão com tendências de estresse, possivelmente por excesso de adubação Nitrogenada.

Referências bibliográficas

ALVES, A.U.; PRADO, R.M.; GONDIM, A.R.O.; FONSECA, I.M.; CECÍLIO FILHO, A.B. Efeito da omissão de macronutrientes no desenvolvimento e no estado nutricional da beterraba. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, 2008

ALVES, T dos S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E., MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011

Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) São Paulo, Brasil, 2017

ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.E.; A physiological method or the quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 10, p. 215-221, 1978.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 641-649, 1998.

BRACHTVOGEL, E.; PEREIRA, H.; VEFAGO, B.; POTIN, L.; PRIMO, L.; MENSCH, R.. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na cultura da beterraba. **Revista TCA**, maio de 2016. Disponível em: <[INTRODUÇÃO: \(revistatca.pb.gov.br\)](http://revistatca.pb.gov.br)>. Acesso em: 12 de junho de 2021.

CARVALHO, S. P. de; SILVEIRA, G. S. R.. CULTURA DA BETERRABA. Disponível em: <http://atividadederural.com.br/artigos/4eaaeb28d84e.pdf> Acesso em: 30/09/2021.

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**, Viçosa, MG, v. 35, p. 603-611, 2011.

DIONISIO, J.A. Guia prático de Biologia do solo. Curitiba, SBCS/ NEPAR, 152 p. 2016,

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Produção de Informações, 1999, 412 p.

FARIA, C.M.B. de; SILVA, J.D. **Nutrição, calagem e adubação:** Nutrientes essenciais e sintomas de deficiências. EMBRAPA Semi-árido, 2004. (Sistema de produção 1). Disponível em: <http://sistema_de_producao.cnptia.embrapa.brFontesHTML/Uva/Cultivo_da_Videira/adubacao.htm> Acesso em: 30/09/2021

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de nutrientes em melancia sem sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 3, p. 763-767, 2005.

GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z. DE; SOUZA, B. S. DE; AZEVÊDO, P. E, DE; OLIVEIRA, S. L. DE; MEDEIROS, M. A. DE. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. *Ciências Agrárias, Ciência Agroecológica*, v.31, n. 2, 2007
<https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200001>

INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. Manual Internacional de Fertilidade do Solo./ Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2ed, revisada e ampliada. Piracicaba. Potafos, 1998. 177 p: II. Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/files/2019/04/Manual-Internacional-de-Fertilidade-do-Solo.pdf>

Portal do Agronegócio 28/06 2021 Entenda-os-impactos-da-salinidade-para-a-microbiota-do-solo-e-como-evita-los <<https://www.portaldoagronegocio.com.br/agricultura/outros/artigos/>> Acesso: 30/09/2021

Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004.

MENDES, I. de C.; VIVALDI, L.; OLIVEIRA, J. R. A. de; VARGAS, M. A. T.; RIBEIRO, J. F. Biomassa-C e Atividade Microbiana em Solos do Bioma Cerrado sob vegetação nativa. *Embrapa Cerrados, Planaltina*, n. 4, p 2-3, 1999.

MENDES, I. de C; SOUSA, D. M. G. de; REIS JUNIOR, F. B. dos. Bioindicadores de qualidade de solo: dos laboratórios de pesquisa para o campo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 191-209, 2015

OLIVEIRA, R; GATIBONI, L; BRUNETTO, G; MIQUELLUTI, DAVID; VALICHESKI, R. Resposta da beterraba a adubação com nitrogênio, enxofre e micronutrientes em um Cambissolo Háplico. Scielo, março de 2017. Disponível em: <[SciELO - Brasil - Resposta da beterraba a adubação com nitrogênio, enxofre e micronutrientes em um Cambissolo Háplico Resposta da beterraba a adubação com nitrogênio, enxofre e micronutrientes em um Cambissolo Háplico](#)>. Acesso em: 12 de junho de 2021.

SOUZA, R. J. de; FONTANETTI, A.; FIORINI, C. V. A.; ALMEIDA, K. de. Cultura da beterraba: cultivo convencional e cultivo orgânico. Lavras: UFLA, 2003. 37 p. (Texto acadêmico).

SOUZA, F. A. 2008. Agricultura natural/orgânica como instrumento de fixação biológica e manutenção do nitrogênio no solo. Um modelo sustentável de MDL. Disponível em: www.planetaorganico.com.br. Acesso em: 30/09/2021

TIVELLI, S. W.; TRANI, P. E. 2010. Hortaliças Beterraba (*Beta vulgaris* L.). Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/44.pdf. Acesso em: 30/09/2021.

TRANI, P.E.; FORNASIER, J.B.; LISBÃO, R.S. Nutrição mineral e adubação da beterraba. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (Ed.) Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.429-46, 1993.

TRANI, P. E.; CANTARELLA, H.; TIVELLI, S. W. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 3, p. 726-730, 2005.

TRANI, P E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas. Campinas (SP), fevereiro de 2013. Disponível em:http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/83.pdf

VIEIRA, R. F. 2017. Ciclo do Nitrogênio em sistemas agrícolas. Embrapa Agricola DF. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175460/1/2017LV04.pdf> Acesso 30/09/2021

VILLAS BOAS, R. L. **Doses de nitrogênio para o pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação**, 2001. 123 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.