



REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

ALTERAÇÕES POPULACIONAL E MORFOLÓGICAS DA COMUNIDADE CELULOLÍTICA DE UM SOLO SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE¹

Luana Patricia Pinto², Marina Carvalho Peruzzolo³, Jhonatan Rafael Wendling Hartmann
Hister⁴, Elisandro Pires Frigo⁵, Marco Antonio Bacellar Barreiros⁵, Luciana Grange⁵

¹Apresentado no 6º Simpósio de Biotecnologia na Agroindústria: 08 e 09 de junho de 2017 na UFPR; *Setor Palotina*;

²Mestranda em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel, luana.kozak@gmail.com

³Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, p.marina@ufpr.br

⁴Acadêmico do Curso de Agronomia na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, jhonatanhartmannufpr@gmail.com

⁵Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, epfrigo@gmail.com, marcob_07@yahoo.com.br, lucianagrangre@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi quantificar e caracterizar morfológicamente a comunidade celulolítica de um solo após a aplicação de um biofertilizante, a fim de demonstrar se esta adubação promoveu alterações nesta população nativa e, se houve reflexo deste resultado sobre algum aspecto agrônomo da planta. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com quatro repetições e três tratamentos: T1 - solo sob aplicação de biofertilizante com probiótico, T2 – com biofertilizante sem probiótico e o T3 – solo sem aplicação do biofertilizante. A cultura utilizada para a avaliação dos aspectos agrônomo foi o nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*). As células viáveis foram obtidas pela técnica do *pourplate* e avaliadas pela contagem das unidades formadoras de colônias (UFC). A diversidade morfológica foi obtida segundo Hofling e Gonçalves, e analisada pelo algoritmo UPGMA e análise de variância de Dunn. Os estudos morfológicos demonstraram que houve incremento microbiano promovido pela adição do biofertilizante reforçando os grupos de espécies mais resilientes do solo, como também permitiu o aparecimento de um agrupamento mais distante e

significativo. Os aspectos agronômicos que mais conseguiram revelar ganhos agronômicos foram aqueles relacionados à raiz. A presença do probiótico no rejeito (T1) não interferiu na contribuição do composto orgânico deste estudo como biofertilizante, seja do ponto de vista agronômico ou ambiental. A adição do biofertilizante promoveu um aumento de mais de 18% na densidade da comunidade celulolítica e na diversidade bacteriana nativa do solo. O adubo orgânico avaliado neste trabalho promoveu melhorias significativas na formação do sistema radicular do nabo forrageiro.

Palavras-chave: adubação orgânica, celulases, diversidade.

POPULATIONAL AND MORPHOLOGICAL ALTERATIONS OF THE CELLULOLYTIC COMMUNITY OF A SOIL UNDER BIOFERTILIZER APPLICATION

Abstract

The objective of this work was to quantify and characterize morphologically the cellulolytic community of soil after biofertilizer application, in order to demonstrate if this fertilization promoted changes in the native population and if there was any reflection of this result in some agronomic aspects of the plant. The experiment was carried out in a randomized blocks with four replicates and three treatments: T1 - soil under application of biofertilizer with probiotic; T2 - with biofertilizer without probiotic and T3 - soil without biofertilizer application. The culture used to evaluate the agronomic aspects was forage the turnip (*Raphanus sativus L.*). The viable cells were obtained by the pourplate technique and evaluated by counting the colony forming units (CFU). The morphological diversity was obtained according Hofling and Gonçalves and analyzed by the UPGMA algorithm and Dunn's analysis of variance. The morphological studies demonstrated that there was a microbial increment promoted by the addition of the biofertilizer reinforcing the groups of more resilient species of the soil, as well as allowing the appearance of a more distant and significant grouping. The most agronomic aspects that showed agronomic gains were those related to the root. The presence of the probiotic in the reject (T1) did not interfere in the contribution of the organic compound of this study as biofertilizer, either from the agronomic or environmental point of view. The addition of the biofertilizer promoted an increase of more than 18% in the density of the cellulolytic

community and in the native bacterial diversity of the soil. The organic fertilizer evaluated in this study promoted significant improvements in the root system of the forage turnip.

Keywords: Organic fertilization, cellulases, diversity

Introdução

A suinocultura na região Sul do Brasil é bastante difundida. O Paraná é responsável por cerca de 21% da produção nacional, sendo detentor de 17,7% do rebanho brasileiro, com predomínio do Oeste, responsável por 61,5% da produção de todo o estado (SEAB, 2016; SEAB, 2017). Nesta região, com a produção intensiva de animais, é bastante comum a utilização de resíduos em lavouras, principalmente por pequenos produtores. Isso se deve aos seus benefícios nutricionais para o solo, como o incremento nos teores de nitrogênio e fósforo, que são essenciais para o desenvolvimento das plantas (FAO, 2014). No entanto, antes desses rejeitos serem direcionados ao solo, devem passar por um tratamento prévio respeitando critérios técnicos de disposição, de maneira que possam atingir todo o seu potencial como biofertilizante (CORRÊA et al., 2011).

Atualmente, o setor pecuário vem utilizando um combinado de microrganismos vivos chamados de probióticos, estes produtos são conhecidos como moduladores biológicos e são aplicados a fim de melhorar as condições do local de armazenamento dos animais e dos seus resíduos produzidos (SANDERS, 2003). Estes produtos são compostos, em sua maioria, por bactérias específicas que dentre suas atividades possuem a capacidade de reduzir a presença da amônia no ambiente. Como este processo envolve conversões bioquímicas do nitrogênio para formas mais assimiláveis, quando no solo, é possível que haja um efeito nutricional sobre este elemento beneficiando as plantas (FERKET, 2000).

Além disso, o biofertilizante também contém microrganismos funcionais envolvidos nos processos da sua própria composição, portanto, quando adicionado esse tipo de composto no solo pode ocorrer uma grande inserção de microrganismos. A partir disso, observar como ocorre o reestabelecimento do equilíbrio biológico do solo pode revelar se este tipo de produto melhora ou pelo menos não prejudica a microbiota natural do ambiente nem o cultivo de plantas comerciais. Para que esta estabilidade populacional seja melhor constatada, estudos ao longo do tempo, do ciclo das culturas e das alterações climáticas, devem ser realizados para avaliar,

principalmente, o comportamento de grupos funcionais envolvidos na formação da matéria orgânica (MO) e na fertilidade do solo (GRAYSTON et al., 2001).

Dentre estas comunidades decompositoras da celulose no solo, estão as bactérias celulolíticas como *Streptomyces*, *Nocardia*, *Bacillus* e *Pseudomonas* (MENDONÇA e LOURES, 1996; SILVA et al., 2015). Esta fonte de carbono orgânico representa cerca de 60% de todos componentes dos rejeitos agrícolas, portanto, durante o processo de decomposição e formação da matéria orgânica, a celulose representa um dos principais compostos que promovem os diferentes processos hidrolíticos mediados pela ação de enzimas específicas produzidas pelas diferentes espécies de bactérias celulolíticas (RODRIGUES et al., 2011).

Neste contexto, estudos de caracterização estrutural, funcional e da distribuição nas diferentes regiões, solos e sistemas de cultivo, podem auxiliar nos manejos conservacionistas pois revelam, com seus dados bioquímicos o quanto um solo se encontra em atividade metabólica. Através da caracterização estrutural, ou seja, da diversidade, morfológica ou genômica, é possível aferir sobre quem são as espécies mais atuantes e; em número, o que tem interferido na reprodução e manutenção destes grupos genômicos e por quanto tempo esta comunidade conseguirá se equilibrar do ponto de vista populacional, a curto prazo e do ponto de vista nutricional a médio e longo prazo (VALENZUELA, 2001; BEHERA et al., 2014)

Portanto, identificar estes operários da decomposição da MO se faz de fundamental importância para uma agricultura sustentável que tem por objetivo mitigar o uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos. Assim, o objetivo deste trabalho foi quantificar e identificar morfologicamente as bactérias celulolíticas inseridas pelo biofertilizante com e sem probiótico na adubação do nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*).

Material e Métodos

Coleta e tratamento do biofertilizante: Os dejetos suínos foram coletados em uma propriedade nas imediações da cidade de Nova Santa Rosa, pertencente a região Oeste do Paraná, onde haviam duas instalações, uma com presença e outra sob ausência da adição do probiótico BacTrat Suíno®. Os rejeitos foram inseridos em biodigestores anaeróbicos em batelada com tempo de detenção hidráulica (TDH) de quinze dias. O produto obtido após este período foi caracterizado e utilizado na área experimental (Tabela 1), a caracterização foi realizada no laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Cascavel. Para análise do pH a metodologia utilizada foi a de Funasa (2006),

já alcalinidade e acidez foi embasada em Silva (1977), o resultado da análise do nitrogênio Kjeldahl Total, foi obtido baseado na metodologia de Vogel (1992). Para os demais parâmetros como sólidos totais e voláteis, fósforo, demanda química e bioquímica de oxigênio, foi utilizado o método de APHA (1998). Por fim, para quantificação de metais pesados, foi utilizado a metodologia da Embrapa o qual se embasa na digestão nitro-perclórica (1999).

Tabela 1: Caracterização dos biofertilizantes com e sem tratamento do probiótico.

	Com probiótico (mg L ⁻¹)	Sem probiótico (mg L ⁻¹)
Sólidos Totais (%)	58,01	36,45
Sólidos Fixos (%)	16,21	10,40
Sólidos Voláteis (%)	44,75	26,05
N ₂ amoniacal	10,76	7,77
pH	6,60	6,33
Acidez	38,70	38,05
Alcalinidade	26,95	26,79
Manganês	1,51	0,65
Ferro	5,18	2,29
Cálcio	0,98	0,87
Potássio	1,31	0,98
Magnésio	0,41	0,47
Sódio	0,82	0,62
Zinco	2,21	1,29
Cobre	3,67	1,34

Local do experimento, coleta e plantio: O experimento foi conduzido na cidade Palotina, na área experimental do Colégio Agrícola Adroaldo Augusto Colombo, durante o período de outono e inverno (março a agosto) do ano de 2016. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com três tratamentos (T1 - Aplicação de biofertilizante com probiótico, T2 - Aplicação de biofertilizante sem probiótico e T3 – Sem nenhuma aplicação, tratamento testemunha) e quatro repetições (parcelas 1x2 m), totalizando 12 parcelas

plantadas com nabo forrageiro em espaçamento entre linhas de 17 cm com total de cinco linhas para cada parcela. O biofertilizante foi aplicado duas vezes a uma diluição de 20%, a primeira um mês antes e a segunda um mês após o plantio (25 de maio de 2016). As coletas dos solos foram realizadas 80 dias após o início do experimento, sendo este desmontado após as coletas.

Obtenção das UFCs: Para a avaliação das células viáveis foi feito plaqueamento em meio específico para bactérias celulolíticas (amido solúvel 10,0g; caseína 10,0g; glicose 1,0g; MgSO₄ 0,1g; Na₂HPO₄ 3,0g; ágar 20,0g; 1000mL H₂O destilada; pH 6,5 - 7,0), onde dez gramas de solo foram pesados e dissolvidos em solução salina a 0,85% para obtenção das diluições seriadas. O plaqueamento foi realizado na concentração de 10⁻³ e as placas foram submetidas a crescimento em BOD à 27°C por 72h para a contagem das colônias puras. Os dados foram submetidos a análise de variância não-paramétrica de Kruskal Wallis, utilizando o programa SAS com a análise de Dunn par a par.

Análises morfológicas: Para distinguir a diversidade, foi realizada a tipagem morfológica segundo protocolo de Hofling e Gonçalves (2011) considerando as seguintes características: tamanho, forma, borda, estrutura, brilho, cor, aspecto, homogeneidade. A avaliação destes dados foi feita através do algoritmo UPGMA utilizando o *software Bionumerics 7.5*

Análises agronômicas: Os aspectos agronômicos avaliados foram comprimento da raiz (CR); comprimento da parte aérea (CPA); peso da raiz fresca (PRF); peso da raiz seca (PRS); peso da parte aérea fresca (PPAF); peso da parte aérea seca (PPAS). Após a obtenção dos dados, devido à falta de normalidade, estes foram submetidos ao teste não-paramétrico pela análise de Dunn par a par através do programa SAS.

Resultados e Discussão

Observando os resultados de contagem das UFCs (Tabela 2), foi possível notar que o biofertilizante com (T1) e sem a presença do probiótico (T2), quando comparados com o tratamento somente na presença da planta (T3), conseguiu contribuir numericamente para o incremento da comunidade celulolítica em mais de 18%. Quando comparados somente os T1 e T2, foi possível verificar que não houve interferência significativa da presença do probiótico

no biofertilizante. Apesar de simples, a técnica de contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) é capaz de fornecer resultados que auxiliam na avaliação da densidade populacional de diferentes microrganismos específicos (NANNIPIERI et al., 2007 e REPKE et al., 2013).

Tabela 2: Agrupamento morfológico das unidades formadoras de colônias (UFCs) obtidas a partir do meio seletivo para bactérias celulolíticas.

Agrupamentos	T1	T2	T3	Total**
G1	48	48	47	143
G2	39	40	34	113
G3	14	13	6	33
G4	4	4	4	12
G5	3	-	-	3
Total*	108	105	91	304

T1: tratamento com probiótico; T2: tratamento sem probiótico; T3: tratamento controle; G1 a G5: agrupamentos morfológicos; *Total de UFC por tratamento; **Total de UFC agrupados morfolologicamente.

A adubação orgânica é uma alternativa para a redução do uso de fertilizantes químicos pois tem em sua composição diversos nutrientes minerais quelatizados que suprem em até 20% as necessidades do solo como nitrogênio, potássio, fósforo e magnésio (NETO, 2006). Além disso, estes biofertilizantes são compostos por microrganismos que contribuem biologicamente para as funções do solo como ativadores enzimáticos do metabolismo vegetal. Ao se incorporarem à biota natural podem ainda, aumentar a capacidade de troca catiônica (CTC) e a absorção de nutrientes (LAGREID, 1999; KAUR et al., 2007; CAPAZ e NOGUEIRA, 2014).

Os resultados morfológicos demonstraram que houve um incremento microbiano promovido pela adição do biofertilizante reforçando os grupos de espécies mais resilientes do solo (G1 e G2), mas também permitiu a formação de um agrupamento mais distante e significativo (G3) quando comparado com o T3, na presença somente da planta. Nos G1 e G2 foi possível observar que houve uma contribuição equilibrada dos três tratamentos quanto ao número de morfologias distintas encontradas a partir do uso do meio seletivo para bactérias celulolíticas. Por outro lado, o grupo 3 (G3) demonstrou uma queda no número de indivíduos representantes do tratamento sem a adubação orgânica (T3).

Estes resultados de diversidade corroboram em afirmar que o biofertilizante contribuiu para a presença dos grupos funcionais mais resilientes e característicos do intemperismo daquele solo. A resiliência de um ambiente é a capacidade de resposta do solo frente a perturbações que seriam irrecuperáveis, de maneira que sua capacidade funcional e estrutural seja restabelecida mesmo que leve um tempo para a estabilização (SEYBOLD et al., 1999; LUDWIG et al., 2017).

Essa predominância em relação à existência de comunidades resilientes no solo mesmo com perturbação abiótica, permite com que o sistema se adapte e volte às suas funções, atribui-se isso a diversidade de microrganismos que é responsável pela heterogeneidade de respostas garantindo os serviços ecossistêmicos (VAN BRUGGEN et al., 2006; LUDWIG et al., 2017). Além disso, o que foi observado no G3 demonstrou que o biofertilizante também proporcionou a revelação de grupos funcionais mais distantes contribuindo para a melhoria da diversidade biológica do solo.

A qualidade do solo é classificada a partir do equilíbrio de suas características físicas, químicas e biológicas, e esta pode ser alcançada pelo aumento da diversidade biológica capaz de sustentar o ambiente agrícola promovendo sanidade da planta. Estes benefícios podem refletir no aumento da biomassa microbiana, que por sua vez atuam na síntese de metabólitos secundários gerando a disponibilização de nutrientes melhorando a fertilidade do solo e a produção da planta (ZHONG et al., 2009; ATKINSON et al., 2010; FARRELL et al., 2014).

Os grupos funcionais desempenham importantes papéis no ambiente, participam diretamente de processos biogeoquímicos como os ciclos do carbono e nitrogênio, porém, ainda são pouco estudados. Como análises em nível de espécie exigem tecnologias mais avançadas, é possível optar por identificar grupos de organismos que atuam diretamente na estruturação do solo, disponibilização de nutrientes e matéria orgânica contribuindo para a fertilidade e manutenção do ambiente (TORSVIK e OVREAS, 2002; FREITAS e VILDOSO, 2004).

As bactérias celulolíticas, por exemplo, desempenham importante papel na ciclagem de carbono através da decomposição da celulose promovendo manutenção e equilíbrio na disponibilização de nutrientes no solo além de auxiliarem no controle de patógenos por competição por fonte de alimentos e relações antagônicas, alguns exemplos estudados são as *Bacillus* e *Pseudomonas*, testes feitos demonstram a importância de ambas para o biocontrole (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006; LYKIDIS et al., 2007; YANG et al., 2014). A partir dessas considerações, qualquer alteração neste grupo pode ser refletida na planta ou na saúde do ambiente comprometendo importantes processos bioquímicos do solo (ZAK et al., 1994).

Neste contexto, a inserção do nabo forrageiro no sistema permitiu um grande incremento de biomassa colaborando e potencializando a ação do biofertilizante no enriquecimento deste grupo no ambiente. Neste contexto, o nabo forrageiro atuou como boa fonte de matéria orgânica suprimindo a demanda dos microrganismos de nutrientes quando cessou a aplicação de biofertilizante no solo (CRUSCIOL et al., 2005; CERETTA et al., 2005; HEINZ et al., 2011). Portanto, foi possível identificar o nabo forrageiro como um agente de grande relevância na ciclagem e disponibilização de nutrientes a partir da decomposição da palhada.

Com relação às características agronômicas, foi possível considerar que os tratamentos, quando analisados para cada parâmetro separadamente, apresentaram diferenças significativas a partir da análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis, principalmente em relação ao biofertilizante (Tabela 3). Observando o comprimento da raiz e o peso da raiz seca, houve efeito significativo entre os tratamentos, onde os T1 e T2 com a presença do biofertilizante apresentaram resultados mais significativos. Estes parâmetros evidenciados são importantes para a análise da comunidade microbiana, pois é nesta região em que a planta e o microrganismos estão em contato, possibilitando o estabelecimento das diferentes relações associativas. Dessa maneira, o biofertilizante demonstrou eficácia para o desenvolvimento das raízes melhorando sua capacidade de absorção de nutrientes (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Tabela 3: Média dos parâmetros agronômicos avaliados na cultura do nabo forrageiro: CR - comprimento da raiz; CPA - comprimento da parte aérea; PRF - peso da raiz fresca; PRS - peso da raiz seca; PPAF - peso da parte aérea fresca; PPAS - peso da parte aérea seca.

	CR _(cm)	CV%	CPA _(cm)	CV%	PRF _(g)	CV%	PRS _(g)	CV%	PPAF _(g)	CV%	PPAS _(g)	CV%
T1	19,31	13	169,00	10	21,96 a	3	2,57 b	6	353,69 a	79	41,03 a	10
T2	19,58	12	178,00	4	19,55 b	3	2,65 a	4	326,05 b	37	39,90 b	5
T3	18,70	14	171,00	9	17,59 c	4	2,32 c	5	331,89 b	86	36,72	6

*Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha ou coluna, diferem entre si, pelo teste Tukey (p<0,05).

A realização do manejo detém grande importância sobre os efeitos positivos e crescimento das plantas, assim o uso do biofertilizante tem auxiliado no desenvolvimento da planta, seja de forma direta ou indireta, considerando também, a interação fundamental entre planta e microrganismo. Contudo, é de suma importância que seja realizado um levantamento prévio da biota, diversidade e funcionalidade, a fim de obter-se maior efetividade das técnicas no ambiente.

Conclusões

O biofertilizante promoveu um incremento de nutrientes e estimulou as ações da comunidade celulolítica resiliente do solo.

O nabo forrageiro exerceu um ótimo papel como adubo verde.

São necessários mais estudos para identificação molecular do grupo das bactérias celulolíticas.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION- APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington, DC: APHA, 1998.

ATKINSON, C. J.; FITZGERALD, J. D.; HIPPS, N. A. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. **Plant and Soil**, Amsterdam, NL, v. 337, n. 1, p. 1-18, 2010.

BEHERA, B.C.; PARIDA, S.; DUTTA, S.K.; THATOI, H.N. Isolation and identification of cellulose degrading bacteria from mangrove soil of Mahanadi river Delta and their cellulase production ability. **American Journal of Microbiological Research**, v. 2, n.1, p. 41-46, 2014.

CAPAZ, Rafael Silva; NOGUEIRA, Horta. **Ciências Ambientais para Engenharia**. São Paulo: Elsevier, 2014. 352 p.

CORRÊA, J. C.; NICOLOSO, R. D. S.; MENEZES, J. F. S. Critérios técnicos para recomendação de biofertilizante de origem animal em sistemas de produção agrícolas e florestais. **Comunicado Técnico - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves**, v. 486, p. 1-8, 2011.

CERETTA, C. A. BASSO, C. J.; PAVINATO, P. S.; GIROTTO, E. E. T. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1-9, 2005.

CRUSCIOL, C. A. C; COTTICA, R. L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 2, p. 161-168, 2005.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

FAO. **Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação**. Estatísticas. FAO, 2014.

FARRELL, M.; MACDONALD, L. M.; BUTLER, G.; CHIRINO-VALLE, I.; CONDRON, L. M. Biochar and fertiliser applications influence phosphorus fractionation and wheat yield. **Biology and fertility of soils**, Springer, Berlin, DE, v. 50, n. 1, p. 169-178, 2014.

FERKET, P.R. Use of oligosaccharides and gut modifiers as replacements for dietary antibiotics. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 63., 2002, Minnesota. **Proceedings. Minnesota: Eagan**, v. 1, n.1, p.169-182, 2002.

FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A.; OLIVEIRA, J. P.; SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P. **Biocnologia aplicada à agricultura: Textos de apoio e protocolos experimentais**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. 736 p.

FREITAS, S. S.; VILDOSO, C. I. Aguilar. Rizobactérias e promoção do crescimento de plantas cítricas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Araras, v. 28, n. 1, p.987-994, 2004.

GRAYSTON, S. J.; GRIFFITH, G. S.; MAWDESLEY, J. L.; CAMPEBELL, C. D.; BARDGETT, R. D. Accounting of variability in soil microbial communities of temperate upland grassland ecosystem. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 33, n. 4, p. 533-551, 2001.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE- FUNASA. **Manual prático de análise de água**. 2° ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 146p. 2006.

HEINZ, R.; GARBIATE, M. V.; NETO, A. L. V.; MOTA, L. H. S; CORREIA, A. M. P.; VITORINO, A. C. T. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crame e nabo forrageiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n.9, p.1549-555, 2011.

KAUR, T.; BRAR, B. S.; DHILLON, N. S. Soil organic matter dynamics as affected by long-term use of organic and inorganic fertilizers under maize-wheat cropping system. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Springer, Berlin, v. 81, n. 1, p. 59-69, 2007.

LAGREID, M.; BOCKMAN, O, C.; KAARSTAD, O. **Agriculture, fertilizes and the environment**, Cambridge: CABI, 294 p., 1999.

LYKIDIS, A.; MAVROMATIS, K.; IAVANOVA, N.; ANDERSON, I.; LAND, M.; DIBARTOLO, G.; MARTINEZ, M.; LAPIDUS, A.; LUCAS, S.; COPELAND, A.; RICHARDSON, P.; WILSON, D.B; KYRPIDES, N. Genome sequence and analysis of the soil cellulolytic actinomycete *Thermobifida fusca* YX. **Journal of bacteriology**, v. 189, p. 2477-2486, 2007.

LUDWIG, M.; WILMES, P.; SCHRADER, S. Measuring soil sustainability via soil resilience. **Science Of The Total Environment**, Elsevier, v. 615, n. 1, p.1-10, 2017.

MENDONÇA, E. S., LOURES, E. G. Matéria orgânica do solo. **In: Apostila de Fertilidade do Solo**. Viçosa. Imprensa Universitária. p. 118-147, 1996.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 626 p., 2006.

NANNIPIERI, P.; ASCHER, J.; CECCHERINI, M.T.; LANDI, L.; PIETRAMELLARA, G.; RENELLA, G.; VALORI, F. Microbial diversity and microbial activity in the rhizosphere. **Suelo**, v. 25, n.1, p. 89-97, 2007.

NETO, E. A. T. **Biofertilizantes: Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alface**. Curitiba: IAPAR, 2006.

REPKE, R. A., CRUZ, S. J. S., SILVA, C. J., FIGUEIREDO, P. G., BICUDO, S. J. Eficiência da Azospirillum brasilense Combinada com Doses de Nitrogênio no Desenvolvimento de Plantas de Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Brasília, v. 12, n. 3, p.214–226, 2013.

RODRIGUES, H. J. B.; ABREU, L. D.; RUIVO, M. L. P; COSTA, A. C. L., SILVA, R.B.; MOURA, Q. L.; MELLO, I. F. Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical úmida. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Belém, v. 26, n. 4, p.629-638, 2011.

SANDERS, M. E. Probiotics: considerations for human health. **Nutr. Rev.**, v. 61, n.3, p.91-99, 2003.

SEAB- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Suinocultura Paranaense**. p.9. 2016.

SEAB - SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Suinocultura Paranaense**. p.1. 2017.

SEYBOLD, C. A.; HERRICK, J. E.; BREJDA, J. J. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. **Soil Science**. v. 164, n. 1, p. 224-234, 1999.

SILVA, V. M. A.; MARTINS, C. M.; MARTINS, S. C. S. Atividade celulolítica de actinobactérias de região semiárida do Ceará. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 21, n. 11, p.2026-2036, 2015.

SILVEIRA, A. P. D. da; FREITAS, S. dos S. **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**. Campinas: Instituto Agrônomo Campinas, 312 p., 2007.

TORSVIK, V.; OVREAS, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. **Current Opinion in Microbiology**, Amsterdam, v. 5, n. 3, p. 240–245, 2002.

VALENZUELA, E.; LEIVA, S.; GODOY, R. Variación estacional y potencial enzimático de microhongos asociados con la descomposición de hojarasca de Nothofagus pumilio. **Revista Chilena de Historia Natural**, Santiago, v. 74, n.4, 2001.

VAN BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M.; VAN DIEPENINGEN, A. D.; VOS, O. J. de.; BLOCK, W. J. Relation between soil health, wave-like fluctuations in microbial populations, and soil-borne plant disease management. *In*: **Plant disease epidemiology: facing challenges of the 21st Century**. Springer Netherlands, v.1, n.1, p. 105-122, 2006.

VOGEL, A. I. **Análise Química Quantitativa**. Tradução: Horácio Macedo. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 1992. 712p.

YANG, J.K.; ZHANG, J.J.; YU, H.Y.; CHENG, J.W.; MIAO, L.H. Community composition and cellulase activity of cellulolytic bacteria from forest soils planted with broad-leaved deciduous and evergreen trees. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 98, n.3, p.1149-1458, 2014.

ZAK, J. C.; WILLIG, M. R.; MOORHEAD, D. L.; WILDMAN, H. G. Functional diversity of microbial communities: a quantitative approach. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 26, n. 9, p.1101-1108, 1994.

ZHONG, W.; GU, T.; WANG, W.; ZHANG, B.; LIN, X.; HUANG, Q.; SHEN, W. The effects of mineral fertilizer and organic manure on soil microbial community and diversity. **Plant and Soil**, Springer, Berlin, v. 326, n. 1, p. 511-522, 2009.