

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E AGRONÔMICA DE SUBPRODUTOS
DE BIODIGESTORES TRATADOS COM REJEITOS SUINOS UTILIZADOS
COMO BIOFERTILIZANTES

Luana Patrícia Pinto

PALOTINA

2016

Resumo

A agropecuária intensiva é uma das principais formas encontradas pelo produtor para aumentar a produção de carne brasileira. Apesar das diversas vantagens, a quantidade de rejeitos produzidos deste sistema vem aumentando de acordo com a produtividade. Um destino alternativo e sustentável, é o uso destes rejeitos como adubo orgânico pois este produto, quando formulado adequadamente, pode fornecer carga adicional de nutrientes para o solo favorecendo a microbiota e a fertilidade do mesmo a longo prazo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar possíveis alterações na composição microbiológica de um solo após adição de rejeitos de suínos oriundos de animais tratados e não tratados com probióticos, e, aferir os aspectos agrônômicos de uma planta modelo a fim de apontar o potencial deste produto como biofertilizante. O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso com três tratamentos e quatro repetições: aplicação de biofertilizante com (Tr1) e sem probiótico (Tr2) e o controle (Tr3). Para a avaliação das células viáveis foi realizada a contagem das unidades formadoras de colônias pela técnica do *pour plate* e a diversidade foi realizada pela tipagem morfológica. Ambos os resultados foram obtidos a partir do uso de diferentes meios, tanto específicos para alguns grupos funcionais quanto não seletivos para avaliar a diversidade como um todo. Os tratamentos com biofertilizante apresentaram maior diversidade de microrganismos e promoveram o aumento nos seres resilientes, não houve inserção de grupos funcionais pelo biofertilizante demonstrando estabilidade ao longo do experimento. Para o nabo forrageiro, o biofertilizante apresentou diferença significativa para todos os parâmetros de crescimento avaliados. Em conclusão o uso do biofertilizante promoveu um incremento não só de nutrientes mas também de microrganismos agindo como estimulante da comunidade resiliente e do desenvolvimento de uma planta de cobertura, o nabo forrageiro.

Palavras-chave: Bactérias, compostos orgânicos, solo, UFC

Abstract

The intensive agriculture is one of the principal ways found by producer to increase Brazilian meat production. Despite of the several advantages, the quantity of tailing produced from this system is increasing according to productivity. Na alternative and sustainable destination is the use of these reject like na organic fertilizer because this product, when formulated properly, could provide na additional load of nutrientes for the soil favoring the microbiota and the fertility of the same in the long term. In this contexto, was to evaluate possible changes in the microbiological composition of a soil after addition of pigs rejects

from treated and untreated animals with probiotics and to evaluate the agronomic aspects of growth of a model plant in order to point out the potential this product as a biofertilizer. The experimental design was realized in redomized blocks with three treatments and four replicates: application of biofertilizer with probiotic (Tr1) and without probiotic (Tr2) and negative control (Tr3). For the valuation of viable cells, it was realized the counted colony forming units by the pour plate technique and the diversity was realized by morphological typing. Both results were obtained from the use of different growth means, both specific for some functional groups and not selective for valuated the diversity as a whole. The treatments with biofertilizer presented a greater diversity of microorganisms and promoted the increase in the resilient, there wasn't insertion of functional groups by the biofertilizer demonstrating stability throughout the experimente. For fodder turnip, the biofertilizer showed a significant difference for all growth parameters evaluated. In conclusion the use of the biofertilizer promoted an increase not only of nutrients but also of microorganisms acting as stimulant of the resilient community and the development of a cover plant, the fodder turnip.

Keywords: Bacteria; organic compost; soil; CFU.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente habitam no mundo mais de 7 bilhões de pessoas que precisam de alimento, vestimentas, trabalhos, dentre outras atividades que, de acordo com previsões, até o final do século serão comprometidas devido as inúmeras atividades predatórias exercidas pelo homem. Portanto, o maior desafio da sociedade atual é produzir grãos o suficiente para abastecer toda a população e também encontrar um destino correto para as toneladas de resíduos que são produzidas diariamente em indústrias, domicílios e no campo (GASQUES, *et al.*, 2010).

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de grãos do mundo e se encontra na terceira posição quanto à produção mundial de carne suína (ABIPECS, 2016). O Paraná é o segundo estado com maior produção agrícola e o terceiro na criação comercial de suínos com destaque para a região oeste (IBGE, 2015). Neste contexto, a região Oeste do Paraná encontra-se hoje, totalmente comprometido com as premissas da alta produtividade de grãos, principalmente soja e milho e, ao mesmo tempo representa uma grande região consumidora dos mesmos na alimentação animal, portanto, também responsável pela geração e destinação de milhões de toneladas de rejeitos orgânicos.

Um destino usual do rejeito de animais de criação é a sua utilização em culturas como biofertilizante. Pois é uma ótima fonte de nutrientes essenciais as plantas como nitrogênio e fósforo. Seu uso proporciona a redução da utilização de muitos produtos que agridem o meio ambiente como os fertilizantes convencionais, que segundo a FAO (2014) para o ano de 2016 haveria crescimento de 3%. Contudo, antes de qualquer aplicação este produto deve ser tratado de modo que não promova problemas ambientais, para isso análises prévias são importantes, não só químicas e físicas, mas também análises microbiológicas

A identificação de microrganismos no solo é de extrema importância pois permite identificar possíveis alterações que ocorrem na comunidade microbiana devido a inserção de uma alta carga de nutrientes, que podem conter metais pesados e patógenos assim proporcionando mudanças negativas no solo, da mesma maneira que podem ocorrer alterações positivas na rizosfera, portanto análises biológicas são ótimas para realizar o acompanhamento da parte viva do solo (CORREA *et al.*, 2011).

Além disso, a análise de microrganismos auxilia no monitoramento da qualidade do solo para melhor manejo das culturas, onde o sistema de plantio direto já foi consolidado e que prega a rotação de culturas como uma das principais premissas, para isso, o nabo forrageiro é uma das principais plantas utilizadas na adubação verde como planta de cobertura capaz de enriquecer o solo de modo que, as culturas subsequentes de maior interesse econômico, sejam melhor consolidadas alcançando maior produtividade juntamente realizando a manutenção do ambiente e a prática de uma agricultura mais sustentável (HEINZ *et al.*, 2011).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar possíveis alterações na composição microbiológica de um solo após adição de rejeitos de suínos oriundos de animais tratados e não tratados com probióticos, e, aferir os aspectos agrônômicos de uma planta modelo a fim de apontar o potencial deste produto como biofertilizante.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produtividade com sustentabilidade

A sociedade mundial vem crescendo e provocando grandes impactos ambientais, principalmente no que cerne a exploração de recursos naturais (GOUVEIA, 2012). A amplitude destas interferências pode ser deduzida a partir dos volumes de resíduos, gerados pelos processos industriais, urbanos e agrícolas, associados ao nível de eficácia da sua gestão e aos malefícios que estes podem ocasionar ao meio ambiente como um todo (JACOBI, 2011; GODECKE, 2012).

Nastari (2011) afirma que, o potencial de produção brasileira gira em torno de 340 milhões de ha de terras, sendo considerado um dos maiores produtores de alimentos do mundo com 76,7 milhões de ha ocupados com todas as culturas. O uso em excesso de fertilizantes convencionais ocasionam diversos impactos ao solo como danificação de plantas, contaminação dos lençóis freáticos, eutrofização de rio e alteração genética de diversas espécies provocando sua extinção (KOTSCHI, 2013).

O uso de nutrientes orgânicos para fertilização dos solos, representa uma importante forma de reduzir a demanda da agricultura brasileira por nutrientes minerais considerados não-renováveis, segundo dados cerca de 75% do nitrogênio, 48% do fósforo, 82% do enxofre e 92% do potássio utilizados no Brasil, são importados, gerando um alto custo na sua obtenção (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Neste contexto, de acordo com Kamiyama (2011), um dos maiores problemas da agricultura é desenvolver sistemas agrícolas sustentáveis, que produzam alimentos sem danificar e comprometer os recursos disponíveis na natureza. Para realizar uma prática agrícola mais sustentável, a redução do uso dos fertilizantes químicos vem se tornando estratégico para a sustentabilidade e longevidade dos solos. Assim, produtos compostos por fontes de matéria orgânica vêm sendo cada vez mais aplicados em diferentes sistemas de cultivo como adubo para o crescimento de plantas (SANTOS *et al.*, 2002).

A suinocultura é uma das atividades pecuárias de base do Brasil o qual se atribui o desempenho econômico recente às melhorias tecnológicas no processo produtivo ocorrido nas duas últimas décadas (MIELE & WAQUIL, 2007). O Paraná é uma das áreas de alta concentração desta atividade, principalmente a região Oeste do Paraná (FAO, 2014), desta forma, a grande concentração de dejetos produzidos representa um

problema ambiental grave devido ao alto potencial de contaminação, principalmente dos recursos hídricos (KONZEN & ALVARENGA, 2005). Essa capacidade poluidora, resulta da falta de tratamento desses rejeitos que são influenciados pela idade, manejo e quantidade de resíduos produzidos nas instalações.

Contudo, após realizado o devido tratamento destes rejeitos e respeitados os critérios técnicos de disposição, eles tem grande potencial de atuarem como fontes de nutrientes em culturas agrícolas, sendo então uma alternativa para um destino desta biomassa residual (CORREA *et al.*, 2011).

2.2 O biofertilizante

Segundo a Lei 6.894 (BRASIL, 1980): “o biofertilizante é o produto que contém princípios ativos aptos a melhorar, direta ou indiretamente, o desenvolvimento das plantas”. De forma prática, ele é um adubo orgânico líquido, resultante da biodigestão de compostos orgânicos de origem animal ou vegetal, a partir de atividades metabólicas e enzimáticas de comunidades edáficas, especialmente, de rizobactérias (MEDEIROS & LOPES, 2006; NETO, 2006).

O biofertilizante é um subproduto da digestão anaeróbia que ocorre em biodigestores, juntamente com outro produto, o biogás. Há dois tipos de biodigestores, contínuo e batelada, em ambos basicamente o sistema consiste em uma câmara fechada onde é adicionado o material orgânico que por digestão anaeróbia irá ocorrer uma parte da decomposição e a estabilização do material (DEGANUTTI *et al.*, 2002; NUNES, 2014).

A formação destes compostos orgânicos pelo processo de digestão anaeróbia, ocorre basicamente através dos processos de aerobiose e de anaerobiose, ambos de grande importância na transformação da matéria orgânica (MO). A biodigestão anaeróbica, explicada por Chernicharo (2007) e Rizzoni *et al* (2012), compreende quatro fases onde, cada uma envolve a atividade metabólica de diferentes grupos microbiológicos. Na fase da hidrólise enzimática ocorre ação das bactérias hidrolíticas que excretam enzimas extracelulares; a acidogênese é a fase em que bactérias dos gêneros *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Desulphovibrio*, *Lactobacillus* e *Actinomyces* metabolizam as moléculas menores advindas da fase anterior; a

acetogênese é a fase em que microrganismos acetogênicos como *Syntrophobacter* e *Syntrophomonas* convertem o dióxido de carbono em hidrogênio e; a fase metanogênica, é momento em que as arqueas convertem substratos em biogás, são promovidas, basicamente, por bactérias dos gêneros *Methanosarcinales*, *Methanobacteriales*, *Methanococcales*, *Methanomicrobiales* e *Methanopyrales* (MADIGAN, 2010).

A importância dos biofertilizantes baseia-se na alta diversidade de nutrientes minerais quelatizados e disponíveis devido as atividades biológicas, como: nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, magnésio, boro, cobre, manganês, ferro e zinco (NETO, 2006). Estes produtos também funcionam como ativadores enzimáticos do metabolismo vegetal, e ainda, podem ser considerados adubos orgânicos porque atuam diretamente nos mecanismos físicos, químicos e biológicos do solo, mesmo tendo baixo teor de nutriente (10 a 20%) quando comparados com os fertilizantes convencionais (LAGREID, 1999; CAPAZ & NOGUEIRA, 2014).

Em sua maioria, os biofertilizantes são mais utilizados, em larga escala, por pequenos produtores, isso se deve, principalmente ao seu baixo custo, a facilidade na produção e a ação nutricional que estes compostos podem proporcionar as plantas (SANTOS, 2008). Para o meio ambiente, o emprego de produtos advindos de compostos orgânicos gerados a partir de recursos renováveis, vem contribuindo para melhorias quanto ao saneamento ambiental como um todo, a conservação da biodiversidade do solo, levando a uma manutenção química e física do mesmo, a diminuição do descarte de resíduos tóxicos industriais, urbanos e agrícolas bem como da emissão de gases do efeito estufa (MEDEIROS *et al.*, 2000; KAMIYAMA, 2011).

De acordo com D' Andréa & Medeiros (2002), outra importante vantagem dos biofertilizantes é sua ação antibiótica e a capacidade de induzir à resistência sistêmica de plantas a fitopatógenos. Santos & Sampaio (1993), constataram a redução de doenças e pragas em plantas de interesse agrônômico demonstrando os efeitos fungistático, bacteriostático e, em alguns casos repelente contra insetos de determinados compostos orgânicos.

Medeiros *et al* (2000), verificaram a redução na fecundidade do período de ovoposição e longevidade de fêmeas do ácaro-da-leprose, (*Brevipalpus phoenicis*), de citros, quando pulverizados com diferentes doses de biofertilizante a base de rúmen

bovino e *Microgea*. Neste mesmo trabalho, conseguiu-se comprovar a ação direta sobre *Bacillus thuringiensis*, em um estudo realizado sobre o maracujazeiro amarelo.

Nos trabalhos de Nunes & Leal (2001), e Alves *et al.* (2009), foi possível verificar o efeito do biofertilizante na realização de um manejo trofobiótico de patógenos e pragas de solos, confirmando que, quando o produto orgânico é aplicado nas culturas, estes atuam como fonte suplementar de nutrientes para as plantas contribuindo para o aumento da resistência delas, Capaz & Nogueira (2014) também constataram tal efeito. Primavesi (1992), relata que há melhora nas propriedades do solo, proporcionando o equilíbrio para o ambiente edáfico. Em sua visão, considera o solo um ambiente complexo, uno e comunitário que representa a chave para sustentabilidade de sistemas naturais produtivos.

Souza *et al.* (2006), garantem que, quando os biofertilizantes, são empregados corretamente, ocorre maior deslocamento dos nutrientes para as plantas porque estes estão disponíveis em uma forma mais fácil de ser incorporada quando comparado à adubos químicos. Uma das melhorias proporcionadas pela adubação orgânica é a capacidade de contribuir para o aumento, por exemplo, nos teores de Ca, Mg e P no solo (VARGAS, 1990).

Oliveira *et al.* (1986), asseguram que as características físicas também podem ser modificadas, tornando-se mais soltas, com menor densidade aparente e também estimulando as atividades biológicas. De acordo com Galbiatti *et al.* (1996), essa desenvoltura do biofertilizante, deve-se a capacidade de retenção de bases pela formação de complexos orgânicos e desenvolvimento de cargas negativas.

Todavia, cada material orgânico apresenta suas próprias características que pode ou não ser supressivo e desenvolver patógenos, ou seja, a aplicação de biomassa em solo agrícola deve respeitar critérios técnicos, do contrário, pode aumentar o risco de concentração de nutrientes no solo à longo prazo (KONZEN, 2003; CORREA *et al.*, 2011).

De acordo com Cabral *et al.* (2011), quando aplicado biofertilizantes derivados da suinocultura sem devido tratamento em solos cultivados com forrageiras, por exemplo, pode ocorrer o acréscimo de fósforo e magnésio, estes quando elevados em maior concentração do que a exigida pela planta, podem ser carregados pelas chuvas podendo ocasionar eutrofização dos corpos hídricos (SHIGAKI, 2006). Portanto o

tratamento e a avaliação física, química e microbiológica, é de extrema importância para evitar problemas futuros desencadeados pelo manejo de biofertilizantes.

2.3 Os microrganismos rizosféricos

Os microrganismos são os seres vivos que mais evoluíram, devido à grande modificação durante a escala evolutiva, são seres de grande diversidade genética que se adaptaram à todos os ambientes. É possível que cerca de um grama de solo pode conter 10 bilhões de microrganismos (ROSSELÓ-MORA, 2001).

No solo quando ocorre aumento da diversidade microbiana é uma forma de indicar o alto grau de resiliência do ambiente, de forma a manter a qualidade do solo. A abundância de seres não é tão importante quanto a heterogeneidade de microrganismos que possibilitam uma melhor decomposição da matéria orgânica ocasionando melhor nutrição e proteção das culturas (LAVELLE, 2000).

Quando adicionado biofertilizantes rico em seres, essa carga tende a tornar a microbiota mais estável permitindo melhora do ambiente tornando-o mais sustentável (GRAYSTON *et al.*, 2001). Moreira e Siqueira (2002), afirmam que o solo apresenta uma grande complexidade e heterogeneidade em seus componentes. O solo desempenha diversas funções como a produção de biomassa, capacidade de filtração, reserva genética de plantas, base estrutural para as atividades antrópicas sendo fonte de material particulado e grande herança paleontológica (BLUM & SANTELISES, 1994).

A compreensão da microbiota é essencial para entender todas as variações que ocorrem, principalmente as alterações quantitativas da população de microrganismos, como também para definir o estabelecimento de espécies que são essenciais para a manutenção e o equilíbrio da microfauna (RODRIGUES *et al.*, 2011).

Os microrganismos que habitam a rizosfera do solo podem ser classificados baseados nas funções em que desempenham no ambiente, de acordo com Andrade *et al.* (1998), estes grupos funcionais participam dos ciclos de modo a atuarem diretamente sobre as respostas da planta.

Segundo Souto *et al.* (2008), as bactérias são o grupo de maior abundância no solo. Nas pesquisas de Alexander (1977) e Hungria *et al.* (2009), a biomassa microbiana dos solos agrícolas gira entorno de 25% a 30% e juntamente com os fungos apreendem

os maiores valores de biomassa e do metabolismo respiratório e também controlam a maioria dos processos vitais ocorrentes no solo.

As bactérias também estão envolvidas com a fixação de nitrogênio e produção de substâncias relacionadas diretamente à promoção de crescimento das plantas (FREITAS & VILDOSO, 2004). São as bactérias que disponibilizam o nitrogênio em forma assimilável pelas plantas devido a capacidade de retirá-lo da atmosfera e fixá-lo no solo. Sabe-se que as bactérias endofíticas podem atuar no interior de algumas plantas auxiliando na melhor incorporação deste micronutriente e na produção pois quando os microrganismos desempenham suas atividades com eficiência, conseqüentemente ocorre a redução de uso de adubos nitrogenados nas culturas (HUNGRIA *et al.*, 2009).

2.4 Grupos Funcionais

Os microrganismos tem grande participação nos ciclos biogeoquímicos do carbono, nitrogênio, enxofre, fósforo, entre outros e devido essa capacidade de atuarem especificamente em diversas situações, há necessidade de classificação de acordo com cada função desempenhada no solo. Baseando-se na funcionalidade dessas bactérias existem três grandes grupos de microrganismos específicos: as proteolíticas, celulolíticas e amilolíticas.

As proteolíticas são bactérias capazes de degradar compostos complexos e macromoléculas proteicas devido a liberação de enzimas proteases que atuam diretamente nos compostos orgânicos a base de aminoácidos provocando a desaminação e liberando nitrogênio na forma amoniacal, permitindo desta maneira, que outros grupos deem continuidade à formação da matéria orgânica do solo (KASANA *et al.*, 2011; FIGUEIREDO *et al.*, 2012).

As amilolíticas atuam sobre o amido presente nos resíduos que são degradados por diversas enzimas amilolíticas de vários microrganismos, sendo transformadas em compostos mais simples e de mais fácil assimilação (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). Pandey *et al.* (2000) observaram que as espécies do gênero *Bacilos* podem ser consideradas as maiores produtoras de amilase.

As celulolíticas utilizam a celulose como fonte renovável de carbono pois, de 50 a 60% dos resíduos agrícolas, são compostos por celulose. Esse componente é

hidrolisado pela celulase associada a outra enzima, a β -glicosidase, que também são sintetizadas por microrganismos específicos (VALENZUELA, 2001). Mesmo tendo a capacidade de síntese de celulase, apenas alguns microrganismos são capazes de realmente degradar este composto, assim o estudo desses seres torna-se ainda mais importante.

2.5 O Probiótico

O probiótico é conhecido internacionalmente como uma associação de microrganismos vivos, que, quando administrados em quantidades ideais, oferecem grandes benefícios (SANDERS, 2003). Eles podem atuar de diferentes maneiras benéficas, uma delas seria contribuindo na proliferação de microrganismos favoráveis não só para o animal, como também para o ambiente, podem estimular a redução na produção de amônia e possuem efeito nutricional sobre seres e plantas (JIN, *et al.*, 1997; LEEDLE, 2000; FERKET, 2002).

Na sua maioria, os probióticos são comercializados na forma de pó granulado e podem ser oferecidos ao animal juntamente com farelos e cereais. Este produto funciona como um biodegradador pois é composto por microrganismos que auxiliam o animal no processamento final do alimento ingerido atuando principalmente na fase digestiva intestinal (FERKET, 2002). Biologicamente este produto é composto, em sua maioria, por *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Licheniformis*, *Bacillus Amyloliquefaciens*, *Bacillus Cereus* e *Lactococcus Lactis*.

2.6 O Nabo forrageiro

Os adubos verdes são geralmente utilizados na rotação de culturas para melhoria das condições físico-químicas e biológicas do solo na prática conservacionista com capacidade de deixar um bom solo para a inserção de outras culturas (EMBRAPA, 2011).

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) é uma planta pertencente à família das Crucíferas que vem sendo muito utilizada em manejos com adubação verde, principalmente no período do inverno. Em regiões com temperaturas mais amenas como

no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, esta cultura é utilizada nas rotações de cultura e na alimentação animal, pois é uma planta que tem boa desenvoltura com alta capacidade de resistência às geadas, seu florescimento ocorre aos 80 dias e seu ciclo perdura até 120 dias (SANTOS *et al.*, 2002).

Giacomini *et al.* (2003), em seu estudo, avaliaram a produção de biomassa durante três anos consecutivos e em suas observações constataram que a produção da matéria seca do nabo forrageiro variou de 3580 a 5530 Kg.ha⁻¹, ou seja, a produção é relativamente grande. Esta planta é grande fonte de proteína sendo largamente recomendada para suplementação animal (FRANCO *et al.*, 2004).

O nabo forrageiro é considerado eficiente na adubação orgânica pois é caracterizado por apresentar um crescimento inicial rápido proporcionando uma cobertura de 70% do solo já aos 60 dias após emergência. Atua bastante na reciclagem de nutrientes como nitrogênio e o fósforo e vem sendo bastante empregado na rotação com algodão, feijão, milho e soja. Devido ao formato e tamanho que suas raízes podem alcançar, esta planta atua de forma eficiente na descompactação do solo e como apresenta alta capacidade de formação de massa também da parte aérea, vai se tornando ao longo do ciclo, bastante competitivo por área e nutrientes, o que permite um controle da emergência de plantas daninhas (CALEGARI, 1990; LIMA, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento, coleta e caracterização do solo

O experimento foi conduzido no Colégio Agrícola Adroaldo Augusto Colombo (24° 20' 49.94'' S e 53° 45' 15.27'' O) situado na cidade de Palotina na região Oeste do Paraná, durante o período de outono e inverno (março a agosto). A região tem como característica um solo classificado como Latossolo vermelho eutroférico de textura argilosa, segundo Koppen (1999). A precipitação e a temperatura média da região durante o experimento foram de, 188 mm e 11°C, respectivamente (FIGURA 1).

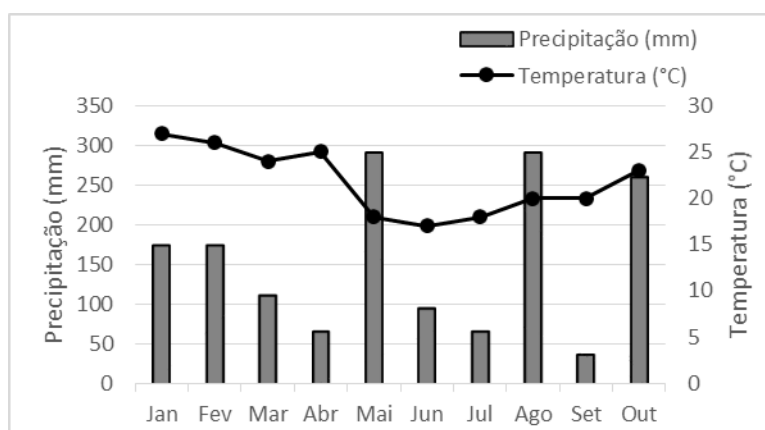


FIGURA 1: Precipitação e temperatura da região de Palotina. Fonte: IAPAR (2016).

Para obtenção dos resultados químicos do solo, uma coleta foi realizada antes da instalação do experimento. As análises foram realizadas no laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Campus Cascavel (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização química do solo na camada de 0,0 - 10,0 cm antes da instalação do experimento.

pH	ST	SV	SF	P	Fe
-----mg/L ¹ -----			----- mg/dm ³ -----		
5,47	169,086	149,5 48	19,53 8	7,8	43
Ca	K	Mg	Mn	Zn	Cu
----- cmol/dm ³ -----			-----mg/dm ³ -----		
4,3	0,4	2,0	125	3,4	19,0

*ST: sólidos totais; SV: sólidos voláteis; SF: sólidos fixos.

3.2 Coleta e caracterização do biofertilizante

Os dejetos suínos foram coletados em uma propriedade nas imediações da cidade de Nova Santa Rosa - PR (24° 30' 59.36" S e 53° 54' 54.27" O) a partir de duas instalações, uma com presença e em outra com ausência da adição do probiótico BacTrat Suíno®. A adição do probiótico seguiu critérios básicos de alocação de animais, isto é, para cada suíno presente na baia, um grama de probiótico foi adicionado e assim sucessivamente para cada baia. O rejeito foi coletado com pás até o preenchimento de dois galões de vinte litros, quantidade suficiente para completar os biodigestores anaeróbicos. Foram destinados seis biodigestores para recebimento dos dejetos com probiótico e seis para os dejetos sem probiótico. O resíduo líquido deste processo foi encaminhado para biodigestores anaeróbios em batelada com tempo de detenção hidráulica (TDH) de quinze dias. O produto obtido foi então caracterizado e armazenado em geladeira (Tabela 2).

Tabela 2: 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	44,754	26,047
N ₂ amoniacal	10,76	7,77
pH	6,60	6,33
Acidez	38,694	38,051
Alcalinidade	26,953	26,784
Manganês	1,51	0,65
Ferro	5,178	2,298
Cálcio	0,9794	0,872
Potássio	1,319	0,983
Magnésio	0,4170	0,475
Sódio	0,825	0,623
Zinco	2,216	1,283
Cobre	3,673	1,341

3.3 Cultivo do nabo forrageiro

O experimento teve início em Abril de 2016 no Colégio Agrícola de Palotina, onde foi conduzido em blocos casualizados (DBC). Delineados três tratamentos, com quatro repetições, totalizando doze parcelas com 2 m de comprimento e 1 m de largura, com espaçamento entre linhas de 17 cm (FIGURA 2). A semeadura foi feita manualmente, para cada parcela foram feitas cinco linhas sendo então semeados cerca de 70 sementes por linha. O primeiro tratamento foi feito com biofertilizante contendo o probiótico (Tr1) (Tabela 3), o segundo foi realizado com biofertilizante sem nenhum adicional (Tr2) e o terceiro foi a testemunha-controle somente com a presença da planta modelo (Tr3).

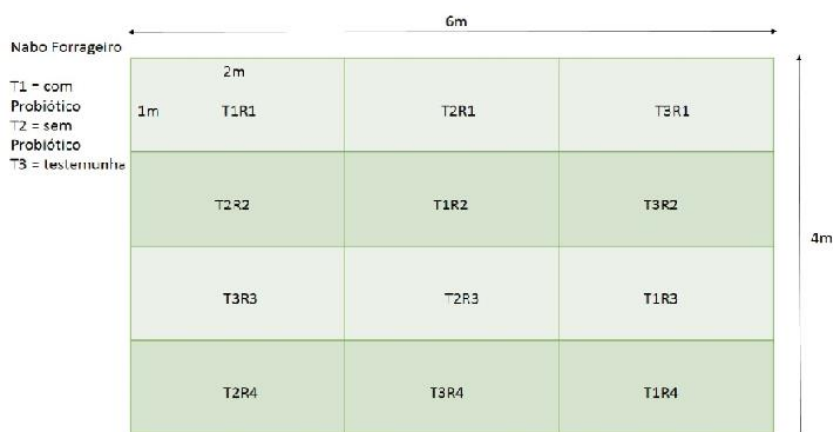


FIGURA 2: Croqui experimental da distribuição das parcelas dos tratamentos.

Tabela 3: Descrição microbiológica do probiótico

Ingredientes	Concentração	CAS - n°	Função na Fórmula	Classificação de Perigo
<i>Bacillus Subtilis</i>		NA		Irritante
<i>Bacillus Licheniformis</i>		NA		Irritante
<i>Bacillus Amyloliquefaciens</i>	>1,25 x 10 ⁸ UFC/g	NA	Princípio ativo	Irritante
<i>Bacillus Cereus</i>		NA		Irritante
<i>Lactococcus Lactis</i>		NA		Irritante
Cloreto de Sódio	5%	7647-14-5	Estabilizante	Irritante
Bicarb. de Sódio	10%	144-55-8	Estabilizante	Irritante
Farelo de Trigo	85%	50-61-7	Veículo	Irritante

Fonte: EMBRAPA (2014).

Para a aplicação dos biofertilizantes com e sem adição de probiótico, ambos foram diluídos à 20%, ou seja, foram aplicados 10 L de água contendo 2 L de biofertilizante diluídos e aplicados através de regadores por parcela. Essa concentração foi estipulada com base em plantas similares ao nabo forrageiro. A primeira aplicação foi feita aos 46 dias antes do plantio para melhor incorporação do produto no ambiente e a segunda aplicação foi realizada cerca de 35 dias após a primeira e 9 dias antes do plantio do nabo forrageiro (dia 25 de maio). Durante este período foram feitas três coletas mensais de solo, a primeira (C1) entre as duas aplicações do biofertilizante, a segunda (C2) após 13 dias do plantio e a terceira (3) um mês após a coleta anterior. Após 80 dias, o experimento foi desmontado.

O probiótico utilizado neste trabalho é um produto comercial, conhecido como Bac Trat Suíno®, é considerado um modulador biológico utilizado como biorremediador no tratamento de resíduos orgânicos provenientes da criação de suínos (IBAMA, 2014). Este probiótico tem como meta agir e melhorar o bem estar animal atuando como técnica de manejo do local, pois como ele degrada o resíduo orgânico, tem como capacidade de reduzir a concentração de diversos componentes do dejetos como a amônia, diminuindo o cheiro nas instalações e arredores, auxiliando na higienização do estabelecimento e melhorando a qualidade de vida dos suínos.

3.4 Análises microbiológicas

Nos Laboratórios de Química e Fertilidade do Solo e de Biotecnologia e Melhoramento de Plantas, foram realizadas as análises microbiológicas tanto a partir dos meios não específicos quanto dos meios utilizados para a seleção dos grupos funcionais.

Para a contagem das colônias puras, 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 10^{-3} com 4 repetições onde, 1 ml de cada amostra foi adicionado aos meios específicos (Tabela 4). As placas foram submetidas a crescimento em BOD em uma temperatura de 27° C por 72 horas.

Tabela 4: Meios de cultura utilizados para análise da comunidade microbiana.

MEIOS DE CULTURA		COMPOSIÇÃO DOS MEIOS DE CULTURA (g.L ⁻¹)
Meio proteolíticos	Caseína para	Glicose 10,0g; Caseína 5,0g; KH ₂ PO ₄ 1,5g; MgSO ₄ 0,5g; NaCl 2,0g; FeSO ₄ 0,01g; ZnSO ₄ 0,01g; Ágar 15,0g; 1000mL H ₂ O destilada; pH para 6,8 - 7,0.
Meio amilolíticos	Mínimo para	Amido Solúvel 10,0g; Caseína 10,0g; Glicose 1,0g; MgSO ₄ 0,1g; Na ₂ HPO ₄ 3,0g; Ágar 20,0g; 1000mL H ₂ O destilada; pH 6,5 - 7,0.
Meio para Celulolíticos		Carboximetil celulose 5,0g; NH ₄ NO ₃ 1,0g; 50mL de Solução salina 0,85%; 15,0g de Ágar e 950mL de H ₂ O destilada; pH 7,0.
Meio King B		Peptona Bacteriológica 20,0g; Glicerol 10,0mL; K ₂ HPO ₄ 1,5g; MgSO ₄ 1,4g; Ágar 20,0g; 1000mL de H ₂ O destilada; pH 6,8.

3.5 Análises estatísticas

Para determinação estatística dos melhores tratamentos, foi utilizado a análise não-paramétrica de Kruskal Wallis, utilizando o programa SAS com a análise de Dunn par a par e as células isoladas foram contabilizadas e analisadas morfológicamente segundo Hofling (2011). Os dados foram submetidos a análise de agrupamento por categoria através do algoritmo UPGMA utilizando o software bionumerics 7.5. Para a determinação estatística dos aspectos agronômicos de crescimento do nabo forrageiro, foi feito um teste ANOVA utilizando os programas Bioestat 5.0 e Genes, ambos a 5% de probabilidade e uma análise não-paramétrica de Kruskal Wallis com a análise de Dunn par a par.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 O tempo e a diversidade

Observando a tabela 5, nota-se que o probiótico (Tr1), quando inserido junto com o composto no sistema solo, teve a capacidade de enriquecer a microfauna já estabelecida, apresentando desta maneira, um valor estatisticamente significativo acima da média que foi de 101,70 UFC. Segundo Moreira & Siqueira (2006), tal fenômeno pode ser atribuído à entrada inicial de um grupo específico que se somou aos demais presentes no solo. Todavia, provavelmente, devido à competitividade e disponibilidade de nutrientes, esta população foi declinando ao longo dos períodos das coletas o que permitiu um ajuste populacional, retornando ao equilíbrio ecológico e bioquímico do solo tratado (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Tabela 5: Média das unidades formadoras de colônias (UFC) obtidas por tratamento (Tr1, Tr2 e Tr3) a partir de três diferentes coletas realizadas consecutivamente (C1, C2 e C3).

	C1	C2	C3
Tr1	101,70 aA	48,29 aB	46,58 aB
Tr2	63,84 bA	51,37 aA	41,65 aB
Tr3	34,92 cA	20,57 bB	64,19 aA

*Letras minúsculas se diferem na mesma coluna e letras maiúsculas se diferem na mesma linha, o teste embasado foi o Kruskal Wallis em análise de Dunn par a par.

Nas áreas que receberam a aplicação de biofertilizante sem probiótico (Tr2), a contribuição também foi significativa para o UFC do solo, contudo, os valores de reestabelecimento das comunidades ao longo dos períodos das coletas foram menos contrastantes em relação a presença do probiótico. Estes resultados apontam que o biofertilizante não só introduziu indivíduos já existentes no solo, como também novos seres, ocasionando um efeito benéfico e proporcionando o aumento e a estabilidade da diversidade dos microrganismos do solo tratado (Tabela 6).

Tabela 6 – Agrupamento morfológico dos isolados obtidos após a realização dos tratamentos.

Agrupamento	Tr1	Tr2	Tr3	Total
G1	2	6	12	20
G2	10	2	54	66
G3	9	10	14	33
G4	6	10	27	43
G5	8	1	3	12
G6	7	14	6	27
G7	6	5	6	17
G8	4	6	6	16
G9	2	3	11	16
G10	18	3	11	32
G11	39	3	5	47
G12	50	2	-	52
G13	7	3	-	10
G14	4	2	-	6
G15	4	37	-	41
G16	23	68	-	91
G17	5	9	-	14
G18	-	13	-	13
G19	-	1	-	1
G20	-	6	-	6
Total	204	204	155	563

A utilização de adubos orgânicos de boa qualidade estimula a proliferação de microrganismos no solo, uma vez que são eles que atuam na decomposição da matéria orgânica. Um composto bem estruturado é capaz de inserir no sistema uma grande quantidade de nutrientes, contudo eles não se encontram disponíveis para as plantas, por isso se faz necessário à presença de diferentes mediadores que promoverão o transporte desses componentes para que possam ser melhor absorvidos (MELO *et al.*, 2000).

O terceiro tratamento (Tr3) representado pelo controle, ou seja, sem a adição de biofertilizante, apresentou, ao longo dos três períodos de coleta um decréscimo mais significativo no número de células viáveis após a primeira e segunda coleta, esta queda pode estar relacionada com a ausência de cobertura e matéria orgânica no solo neste período. Por outro lado, para este tratamento, houve uma adição considerável de microrganismos na última coleta (C3), provavelmente devido à entrada do nabo forrageiro.

Santos *et al.* (2002), afirmam que o nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) apresenta elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, tem grande tolerância aos climas mais frios e secos, portanto, uma opção de cultivo para outono e inverno durante a entressafra da região oeste paranaense. No trabalho pode-se afirmar que o nabo forrageiro assumiu temporariamente o papel de biofertilizante como fornecedor de matéria orgânica devido à disponibilização rápida de matéria seca ao solo (HEINZ *et al.*, 2011).

De modo geral, os tratamentos Tr1 e Tr2 apresentaram uma queda temporal do número de indivíduos, demonstrando que a entrada do material orgânico, promove o ajustamento populacional propiciando condições mais favoráveis para a adaptação dos demais grupos nativos à uma nova condição nutricional. Sendo assim o biofertilizante atua como um reestruturador de solo (NUNES & LEAL, 2001). Tal situação é sustentada quando se analisa os resultados obtidos a partir da tipagem morfológica, a qual apontou diferenças consideráveis entre os tratamentos com e sem aplicação do biofertilizante (Tabela 6).

Analisando a tipagem morfológica, foi possível encontrar, respectivamente, para Tr1, Tr2 e Tr3, os valores de 17, 20 e 11 agrupamentos diferentes. Portanto, nos tratamentos 1 e 2, que receberam o adubo orgânico de rejeito suíno tratado em biodigestores, houve contribuição significativa do produto para a diversidade morfológica dos microrganismos do solo.

Quando analisados apenas os tratamentos Tr1 e Tr2, nota-se que o probiótico não modificou a comunidade microbiana em relação ao resultado do incremento do biofertilizante sem este produto. Também foi constatado a presença de agrupamentos com alto número de indivíduos morfológicamente similares nos três tratamentos, isto demonstra que já existia no solo natural um grupo específico de microrganismos de grande resiliência, tal efeito é comum em áreas que ocorrem constantes instalações de sistemas de cultivo por causa da grande rotatividade de culturas. (BARBERI, 2007).

4.2 Grupos funcionais

Em relação à análise dos grupos funcionais estudados neste trabalho, foi possível observar a formação de sete grandes grupos homogêneos (G1 a G7). Para

cada meio também se observou que houve a predominância numérica e morfológica de indivíduos representantes dos gêneros específicos, isto é, bactérias celulolíticas, amilolíticas e proteolíticas, respectivamente melhor representados pelos grupos G1, G2 e G3 (Tabela 7). Essa predominância de determinados gêneros para cada meio de cultura remete à existência de uma comunidade resiliente no solo como constatado anteriormente (Tabela 6), e, apesar do biofertilizante ter inserido novos grupos, observou-se que não houve contribuição dos grupos específicos estudados devido ao equilíbrio constatado ao longo das coletas.

Tabela 7: Agrupamento morfológico das unidades formadoras de colônias obtidas a partir dos meios seletivos para os diferentes grupos funcionais.

Agrupamentos	Meios	Tr1	Tr2	Tr3	Total
G1	Celulolíticos	48	48	48	144
G2	Mínimo	48	48	47	142
G3	Proteolíticos	47	47	48	142
G4	Mínimo	39	40	34	113
G5	Celulolíticos	37	36	23	96
G6	Mínimo	14	13	6	33
G7	Proteolíticos	18	11	10	39
G8	Celulolíticos	1	-	-	1
	Mínimo	4	4	4	12
	Proteolíticos	2	1	3	6
G9	Mínimo	3	-	-	3
	Celulolíticos	2	4	-	6
Total		263	252	226	737

Moreira & Siqueira (2006), afirmam que cada microrganismo presente no solo tem um papel fundamental para que os processos biogeoquímicos ocorram de maneira eficiente no ambiente. Assim como em qualquer ecossistema, é necessário o equilíbrio da população para que todos os processos se realizem com a mesma eficiência. Portanto, observa-se que nos três tratamentos as comunidades microbiológicas

mantiveram-se quantitativamente próximas ao longo do experimento, ou seja, houve estabilização das comunidades.

Sanomiya & Nahas (2003) afirmam que as bactérias exercem grande influência na síntese de enzimas no solo e a especificidade das mesmas corrobora para uma eficiência maior na ciclagem de nutrientes. Souza *et al.* (2015), ressaltam a importância destas espécies funcionais, principalmente para a decomposição da matéria orgânica levando a formação do solo fértil a colaboração para sua manutenção e estabilidade.

As bactérias proteolíticas representam uma comunidade edáfica que atua quase exclusivamente no ciclo do carbono pois as espécies deste grupo possuem a capacidade de liberarem enzimas específicas que irão atuar na degradação de compostos complexos existentes no ambiente, principalmente dissacarídeos que ao final formarão aminoácidos (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). Os isolados amilolíticos oriundos do meio mínimo, possuem a capacidade primordial de sintetizarem enzimas amilases que atuam diretamente nas ligações glicosídicas do amido, degradando e reduzindo o mesmo para que este faça parte dos processos metabólicos promovidos e necessários para a manutenção da vida de outros microrganismos do solo (OLIVEIRA, *et al.*, 2007).

As bactérias celulolíticas tem uma relação íntima com a degradação de compostos a base de celulose, sendo liberadoras de uma das principais enzimas de degradação, a β -glicosidase que, juntamente com a celulase quebram moléculas orgânicas de cadeias longas, principalmente aquelas que compõem a maioria dos tecidos vegetais (FIGUEIREDO *et al.*, 2012). Neste contexto, a inserção do nabo forrageiro no sistema, permitiu um grande incremento de biomassa permitindo uma maior manutenção deste grupo no ambiente.

Em relação aos grupos G8 e G9, foi possível observar que apesar dos meios serem específicos para os diferentes gêneros, ainda sim houve 100% de similaridade morfológica entre os indivíduos comparados. Estes resultados apontam para a alta adaptabilidade nutricional, a grande plasticidade genômica e a capacidade que estas bactérias tem em trocar informações genéticas entre diferentes espécies, principalmente as que armazenam essas informações no plasmídeo. Essa é uma das

formas que estes seres vivos tem em desenvolver resistência e tornar-se resiliente no ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2009; WOOLHOUSE, *et al.*, 2015).

4.3 Aspectos agronômicos

Com relação às características do nabo forrageiro avaliados ao final do experimento, foi possível considerar que entre os tratamentos quando analisados cada parâmetro separadamente houve diferença significativa a partir da análise não-paramétrica de Kruska Wallis, principalmente em relação ao biofertilizante (Tabela 8).

Tabela 8: Médias dos parâmetros avaliados na cultura do nabo forrageiro.

	CR _(cm)	CPA _(cm)	PRF _(g)	PRS _(g)	PPAF _(g)	PPAS _(g)
Tr1	19,31 b	169,00 b	21,96 a	2,57 b	353,69 a	41,03 a
Tr2	19,58 a	178,00 a	19,55 b	2,65 a	326,05 b	39,90 b
Tr3	18,70 c	171,00 b	17,59 c	2,32 c	331,89 b	36,72 c

*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.

Observando cada parâmetro independentemente, o comprimento da raiz e o peso da raiz seca demonstraram diferença significativa entre os tratamentos, sendo os tratamentos Tr1 e Tr2 considerados muito melhores do que o tratamento Tr3. Estes parâmetros evidenciados são fatores importantes para a análise da comunidade microbiana, pois é nesta parte em que a planta e os microrganismos estão em contato possibilitando as relações endofíticas entre ambos. Assim, o biofertilizante demonstrou eficácia para o desenvolvimento da raiz devido ao estímulo à proliferação de pelos, importante característica para a absorção de nutrientes (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Os resultados para os demais parâmetros corroboraram para a devida conclusão. Ao final do experimento, foi constatado um desenvolvimento atípico na planta, isto é, um crescimento muito rápido. Isso deve-se a precipitação no período (FIGURA 1), nota-se que houve grande oscilação de chuva na área como também de temperatura, ocasionando um efeito direto na planta. Nos dois meses subsequentes ao plantio (junho e julho), houve maior desenvolvimento visível do nabo forrageiro nos tratamentos Tr1 e Tr2, atribuindo tal fato à presença do biofertilizante no sistema pois era a principal fonte

de nutrientes nas condições ideais de assimilação para a planta (PRIMAVESI, 1992). Todavia, em seguida houve um rápido crescimento em todas as parcelas, devido ao alto índice de chuva ocorrido naquele período do mês de agosto.

A água é um fator decisivo para o crescimento e desenvolvimento de qualquer planta, pois ela atua como principal solvente no solo e como meio de transporte, é considerado também, um fator fundamental nas reações químicas da planta, isso tudo deve-se ao seu potencial hídrico, ou seja, a capacidade das moléculas da água em realizar o trabalho ou a movimentação de componentes do solo em direção à planta (KERBAUY, 2004; MALAVOLTA, 2006).

Esse desenvolvimento atípico deve-se às condições naturais do solo que se encontrava em situação ótima de fertilidade (Tabela 1), contudo, devido à escassez de chuvas durante um longo período, os macro e micronutrientes não encontravam-se disponíveis para incorporação, isto é, das três formas de absorção radicular existentes, duas delas necessitam da água como transportador (fluxo de massa e difusão) (TAIZ & ZEIGER, 2008). Assim, com o alto índice pluviométrico, ocorreram reações e liberação de íons que foram absorvidos pela planta.

Como mediadores, os microrganismos são fundamentais nestas trocas iônicas e catiônicas no solo pois influenciam diretamente na disponibilidade desses nutrientes (MALAVOLTA, 2006). Além disso, eles são responsáveis pela liberação de escudados na zona radicular da planta que atuam como sinalizadores para a produção de fitohormônios ou reconhecimento.

De acordo com Melo & Azevedo (1998), os bacilos são importantes indutores da produção de giberelina pela planta, que, segundo Kerbauy (2004), este fitohormônio já fora diagnosticado em outros estudos como responsável pelo alongamento caulinar do nabo. Observa-se também, que neste período de final de ciclo, o valor de UFC para os três tratamentos foi igual estatisticamente (46,58, 41,65 e 64,19 respectivamente para os tratamentos 1, 2 e 3).

Considera-se o nabo forrageiro como uma excelente opção para a adubação verde, pois ele exerce todas as funções propostas, ou seja, melhora as características físicas e biológicas do solo elevando a matéria orgânica disponível para as demais culturas (SANTOS *et al.*, 2002). Com estes resultados, é possível afirmar que o biofertilizante avaliado apresentou uma boa fonte suplementar de nutrientes para o solo.

Nos trabalhos de Crusciol *et al.* (2005), Ceretta *et al.* (2005) e Heinz (2011), foi possível identificar o nabo forrageiro com um papel de grande relevância na ciclagem de nutrientes e disponibilização de nutrientes a partir da decomposição da palhada a qual apresenta teores elevados em nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, que, uma vez fixados no ambiente, principalmente o nitrogênio e potássio se encontram disponíveis para as culturas subsequentes ao seu plantio

Contudo, antes da realização de qualquer manejo nas áreas, é necessário o levantamento prévio da biota, pois sendo eles os principais agentes decompositores, e que cada solo ser composto por características exclusivas, é imprescindível o conhecimento prévio da sua diversidade e funcionalidade, de modo a definir com maior exatidão técnicas de utilização daquele ambiente (SILVEIRA & FREITAS, 2007).

5 CONCLUSÕES

1. A UFC foi maior com a aplicação do probiótico, contudo os microrganismos inseridos já habitavam o sistema agrícola e a queda brusca nos valores deve-se a competitividade entre os microrganismos.
2. O tratamento com biofertilizante sem probiótico foi o que apresentou maior diversidade inserindo microrganismos que podem vir a desempenhar funções específicas no solo.
3. Após a inserção do nabo forrageiro no sistema, ocorreu o aumento de UFC no tratamento controle proporcionando nutrientes orgânicos suficientes para o desenvolvimento dos microrganismos.
4. Os grupos funcionais permaneceram em equilíbrio durante todo o experimento, indicando que são seres resilientes que não foram inseridos pelo biofertilizante.
5. A avaliação dos aspectos agronômicos demonstrou resultados significativos quando analisados cada parâmetro separadamente, desta maneira, o biofertilizante mostrou capacidade de estímulo ao desenvolvimento da raiz do nabo forrageiro.

6. AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por toda a graça concedida, agradecer ao apoio e suporte dos ma minha família ao longo desses quatro anos, sei que não foi fácil manter meu sonho da graduação intacto. Agradecer a minha orientadora Luciana Grange por todo o apoio, conselhos, paciência, conversas e brigadeiros.

Agradecer também as minhas companheiras inseparáveis ao longo da graduação, que passaram comigo por todos os problemas, choros, estresses, alegrias, comemorações, enfim, todas as adversidades e coisas boas que a faculdade me proporcionaram: Jhébica Bald, Franceline Ahmann e Nathiely Moraes.

Também agradecer imensamente o suporte de todos que me ajudaram na execução do meu experimento, principalmente dos futuros agrônomos e profissionais que estiveram me apoiando e me dando suporte: Angelo Korber, Lucas Hass, Jhonathan Hartmann, Guilherme Freitas, Alexandre Schneider e Diego Santos.

7. REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. **Introduction to soil microbiology**. 2 ed. New York: John Wiley e Sons, 1977.
- ALVES G. S.; SANTOS, D.; SILVA J. A.; NASCIMENTO J. A. M.; CAVALCANTE L. F.; DANTAS T. A. G.. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 661-665, 2009.
- ANDRADE, G.; MIHARA, K. L.; LINDERMAN, R.G.; BETHLEFALVAY, G. J.; Soil aggregation status and rhizobacteria in the mycorrhizosphere. **Plant and Soil**, v. 202, p.89-96, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. **Relatório anual sobre carne suína brasileira**. São Paulo, 2016.
- BARBERI, Alexandre. **Diversidade e Eficiência de bactérias que nodulam feijoeiro de diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia Ocidental**. 2007. 132 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- BLUM, W.E.H.; SANTELISES, A.A.A concepto f sustainability and resilience based insoil functions. In: GREENLAND, D. J.; SZABOLCS, I. (Org) **Soil resilience and sustainable land use**. Wallingford: CAB, p. 535-542, 1994.
- BRASIL. Lei número. 6.894 de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados a agricultura. **D.O.U (Diário Oficial da União)**, Brasília, DF, 17 dez 1980.
- CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 823-831, 2011.
- CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Iapar, 1990. 37p (Boletim técnico, 35).
- CASTAMANN, A. **Aplicação de dejetos líquidos de suíno na superfície e no sulco em solo cultivado com trigo**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Brasil, 2005.
- CAPAZ, Rafael Silva; NOGUEIRA, Horta. **Ciências Ambientais para Engenharia**. São Paulo: Elsevier, 2014. 352 p.
- 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, 2005.

CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: DESA-UFMG. 245 P. 2007.

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.

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.

DEGANUTTI, Roberto et al. Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada. **Enc. Energ. Meio Rural**, Bauru, v. 1, n. 4, p.1-5, dez. 2002.

D'ANDRÉA, P. A.; MEDEIROS, M, B; **Biofertilizantes biodinâmicos na nutrição e proteção de hortaliças**. In: AMBROSANO E. (Coord.) CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1. Anais. Piracicaba: Agroecológica, 2002.

EMBRAPA. **Adubação Verde**. e: Embrapa Agrobiologia, 2011.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. **Estatísticas FAO**, 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, 2002. p.169-182.

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

FRANCO, A. V. M.; FRANCO, G. L.; ANDRADE, P. Parâmetros Ruminais e Desaparecimento da MS, PB e FDN da Forragem em Bovinos Suplementados em Pastagem na Estação Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1316 - 1324, 2004.

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, set. 2004.

GALBIATTI, J. A.; GARCIA, A.; SILVA, M. L.; MASTROCOLA, M. A.; CALDEIRA, D. S.A.. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) Submetido a duas laminas de água por meio de irrigação por sulco. **Científica**, Jaboticabal, v.24, n.1, p. 63-74, 1996.

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.). A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: **Ipea**, 2010. cap. 1, p. 19-44.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O. M.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.325 - 334, 2003.

GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S.. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Porto Alegre, v. 8, n. 8, p.1700-1712, dez. 2012.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 6, n. 17, p.1503-1510, dez. 2012

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. 4/5, p. 533-551, 2001.

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 crumbe e nabo forrageiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n.9, p.1549 – 1555, 2011.

HUNGRIA, Mariangela et al. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, v. 42, n. 3, p. 288-296, 2009.

IBAMA. **Remediadores registrados**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/Qualidade_Ambiental/remediadores_produtos_registrados_julho_2014.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção pecuária municipal**. IBGE: Rio de Janeiro, v.39, 2015.

IBRAVIN. **Programa de fortalecimento da viticultura familiar da Serra Gaúcha**. Porto Alegre: Publicação Técnica, 2012.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. G estão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 71, n. 25, p.135-158, dez. 2011.

JIN, L.Z.; HO, Y.W.; ZHAO, X. Probiotics in poultry: modes of action. **World's Poultry Science Journal**, v.53, p.351-368, 1997 add embaixo

KAMIYAMA, Araci. **Caderno de educação ambiental: agricultura sustentável**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2011.

KASANA, R. C.; SALWAN, R.; YADAV, S. K.; Microbial proteases: Detection, production, and genetic improvement, **Critical Reviews in Microbiology** 37:262 – 276, 2011.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 1 Ed. Guanabara Koogan, 2004.

KONZEN, E. A. Fertilização de Lavoura e Pastagem com Dejetos de Suínos e Cama de Aves. **Circular Técnica - Embrapa Milho e Sorgo**, v. 31, p. 1-10, 2003.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Manejo e utilização de dejetos animais: aspectos agrônômicos e ambientais. **Circular Técnica – Embrapa Milho e Sorgo**, v. 63, p. 1 – 16, 2005.

KOTSCHI, Johannes. **A soiled reputation: Adverse impacts of mineral fertilizers in tropical agriculture**. Agrecol, 2013,

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

LAVELLE, P. Ecological challenges for soil Science. **Soil Science**, Washington, v. 165, n.1, p. 73-86, 2000.

LEEDLE, J. Probiotics and DFM's – Mode of action in the gastrointestinal tract. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS ALTERNATIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL, Campinas, 2000. **Anais**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000. p.25-40.

LIMA, E. do V. **Alterações dos atributos químicos do solo e resposta da soja à cobertura vegetal e à calagem superficial na implantação do sistema de semeadura direta**. 2001. 125p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; STAHL, D. A.. **Microbiologia de Brock**. 12° Porto Alegre: Artmed, 2010.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006.

MEDEIROS. M. B. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a biologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis***. Tese (Doutorado em Ciências – Entomologia). Escola Superior de Agrivultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, p.110, 2000.

MEDEIROS, M. B.. Effect of liquid biofertilizer on the oviposition of *Brevipalpus phoenicis*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF UNDERGRADUATE RESEARCH, 9., 2000. São Paulo. **Anais...** São Paulo. 2000.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p.1-3, nov. 2006.

MELO. I. S.; AZEVEDO, J. L. **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. v. 1.

MELO, W. J.; M. M. O.; MELO, V. P.; CINTRA, A. A. D. Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. *Horticultura Brasileira*, v.18, p.67-81. 2000.

MIELE, M.; WAQUIL, P. D. Estrutura e dinâmica dos contratos na suinocultura de Santa Catarina: um estudo de casos múltiplos. **Estud. Econ.**, São Paulo, v. 37, n. 4, 2007.

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

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: Ed. UFLA, p,768, 2008.

NASTARI, Plinio Mario. **O futuro da energia no mundo Uso mais racional e intensivo da biomassa**. Brasília: Agroenergia, 2011.

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

NUNES, M. U. C.; LEAL, M.L.S. Efeitos de aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos no controle da broca pequena do fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.1, p.53-59, 2001.

NUNES, A. R., 2 Congresso de Pesquisa e Extensão da FSG., 2014, Caxias do Sul. **Biodigestores - Biomassa e Biogás**. Caxias do Sul: Fsg, 2014. 8 p.

OLIVEIRA, I. P.; SOARES, M.; MOREIRA, J. A. A.; ESTRELA, M. F. C.; DALL'ACQUA, F. M.; PACHECO FILHO, O.; ARAUJO, R. S.. Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo. Goiânia: **EMBRAPA-CNPAP**. 1986. 24p. (Circular técnica).

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S.; JUNIOR, A. F. C.. Produção de amilase por rizóbios, usando farinha de pupunha como substrato. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 27, n. 1, p. 61-66, 2007.

OLIVEIRA, C. A.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; LANA, U. G. P.; SCOTTI, M. R.; ALVES, V. M. C.. Diversidade bacteriana da rizosfera de genótipos de milho contrastantes na eficiência de uso de fósforo. **Pesq. Agropec. Bras**, v. 44, n. 11, p. 1473-1482, 2009.

PANDEY, A.; MIGAN, P.; SOCCOL, C. R.; SOCCOL, V. T.; SINGH, D.; MOHAN, R. Advances in microbial amylases. **Biotechnol. Appl. Biochem.**, v31, n.2, p.135-152. 2000.

PRIMAVESI, A. 1992. **Agricultura Sustentável**, São Paulo: Nobel, 142p.

RIZZONI, L. B.; TOBIAS, A. C. T.; DEL BIANCHI, M.; GARCIA, J. A.S. Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos suínos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Alfenas, p. 7-8, 2012.

RODRIGUES, A. F. S.; FONSECA, D. S.; HIDER, M.; PARAHYBA, R. E.; CAVALCANTE, V. M. M. Agrominerais: recursos e reservas. In: FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Eds.). **Agrominerais para o Brasil**. CETEM, 2010.

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, dez. 2011.

ROSSELÓ-MORA, R.; AMANN, R. The species concept for prokaryotes. **FEMS Microbiology Review**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 29-67, 2001.

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

SANOMIYA, Luciana Terumi; NAHAS, Ely. Hydrolases producers microorganisms involved in the soil carbon and nitrogen cycling. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 835-842, 2003.

SANTOS, A. C.; SAMPAIO, H. N. Efeito do biofertilizante líquido obtido da fermentação anaeróbica do esterco bovino, no controle de insetos prejudiciais à lavoura citros. In: SEMINÁRIO BIENAL DE PESQUISA, 6., 1993, Rio de Janeiro. **Resumos**. Seropédica: UFRRJ, 1993.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C.; TOMM, G. O.. Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2002. 142p.

SANTOS, J. F. **Fertilização orgânica de batata-doce com esterco bovino e biofertilizante**:- 109f Paraíba Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia – PB, 2008.

SHIGAKI, F.; SHARPLEY, A.; PROCHNOW, L. I. Animal-based agriculture, phosphorus management and water quality in Brazil: options for the future. **Scientia Agricola**, v. 63, n. 2, p. 194-209, 2006.

SILVEIRA, Adriana Parada Dias da; FREITAS, Sueli dos Santos. **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**. Campinas: Instituto Agrônomo Campinas, 2007. 312 p.

SIQUEIRA, J. O. Microrganismos do solo e seus processos: irrelevantes para a produtividade agrícola. In: MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; FREITAS, S. S. (Eds). A responsabilidade social da Ciência do Solo. Campinas: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. P.337-352, 1998,

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V.; ALVES, A. R.. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob Caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 151-160, 2008.

SOUZA, R. F.; FAQUIM, V.; FERNANDES, L.A.; AVILA, F.W. Nutrição fosfatada e rendimento do feijoeiro sob influência da calagem e adubação orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, p.656-664, 2006.

SOUZA, R. D. M.; MATSUMOTO, L. S.. Integração lavoura-pecuária e floresta e a comunidade microbiana do solo, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 4. Ed., Artmed, 2008.

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

VARGAS, A. M. El Biol: Fuente de fitoestimulantes em el desarrollo agrícola. **Programa Especial de energias**. Cochabamba: UMSS-GTZ. 1990. 79p.

WOOLHOUSE, M.; WARD, M.; BUNNIK, B. van; FARRAR, J. Antimicrobial resistance in humans, livestock and the wider environment. **Phil Trans R Soc B**. 370(1670), 2015.