

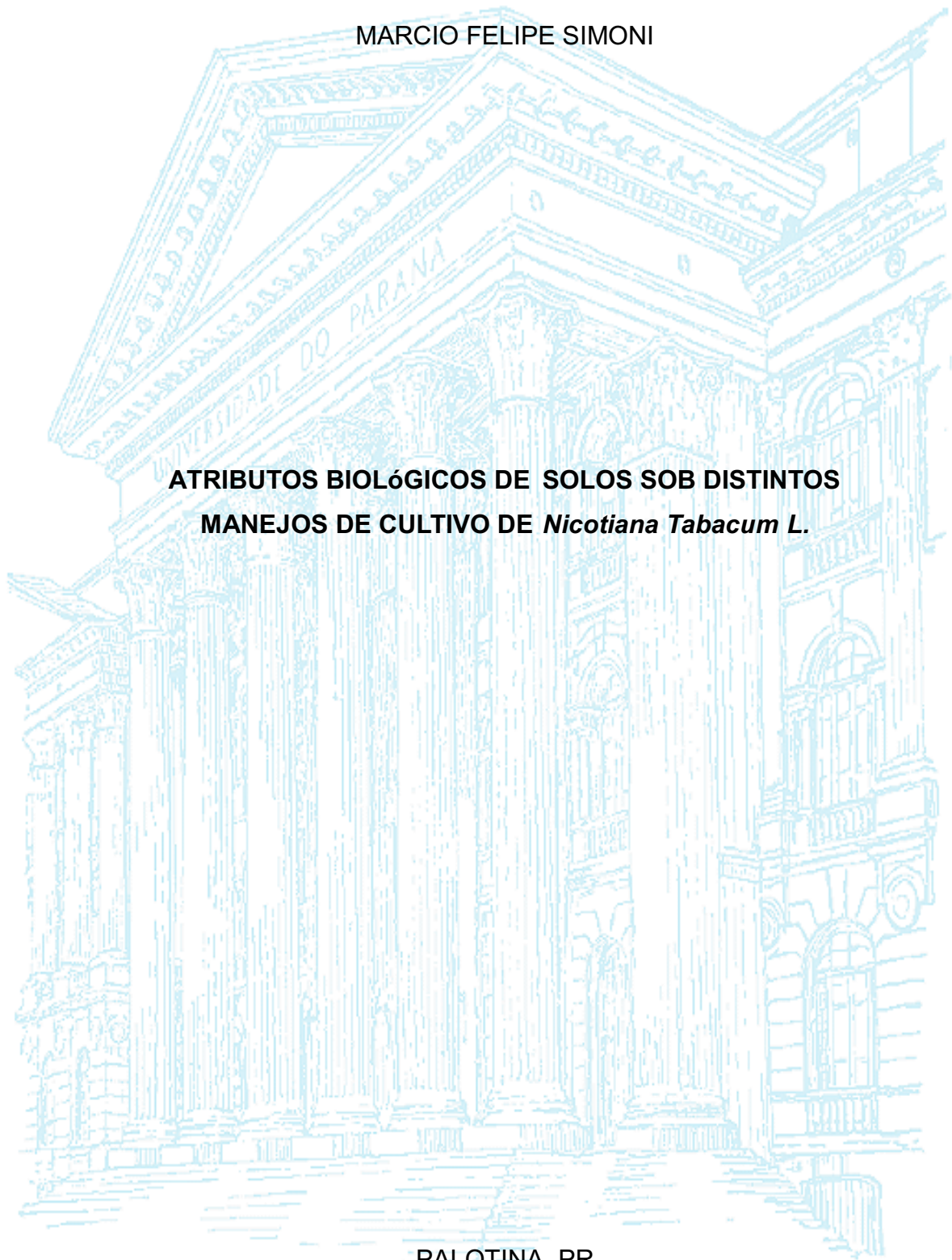
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCIO FELIPE SIMONI

**ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DE SOLOS SOB DISTINTOS
MANEJOS DE CULTIVO DE *Nicotiana Tabacum* L.**

PALOTINA, PR

2017



MARCIO FELIPE SIMONI

**ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DE SOLOS SOB DISTINTOS
MANEJOS DE CULTIVO DE *Nicotiana Tabacum L.***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia
da Universidade Federal do Paraná -
Setor de Palotina como requisito à
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientadora: Prof. Dr. Luciana Grange

PALOTINA, PR

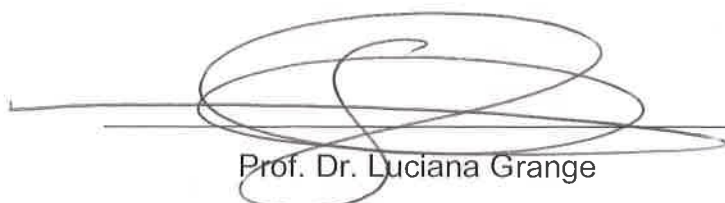
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

MARCIO FELIPE SIMONI

ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DE SOLOS SOB DISTINTOS
MANEJOS DE CULTIVOS DE *Nicotiana Tabacum L.*

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, Curso de Agronomia no Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Luciana Grange

Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas - UFPR Setor Palotina



Prof. Dr. Vivian Carré Missio

Departamento de Ciências Agronômicas - UFPR Setor Palotina



Luana Patrícia Pinto

Mestranda do programa de pos-graduação em engenharia agrícola-UNIOESTE
Unioeste- Campos Cascavel

Palotina, 15 de dezembro 2017

AGRADECIMENTOS

Primordialmente a Deus por ter me dado força e perseverança para concluir esta etapa.

Aos meus pais, Darci Antônio Simoni e Ilda Cardias Simoni, por todo o apoio durante esta e as demais jornadas de minha vida. Às minhas irmãs, Mirian Simoni e Tatiane Simoni, pelo companheirismo.

À minha orientadora e amiga, Prof. Dr. Luciana Grange, por toda sua dedicação e empenho em ajudar e transmitir conhecimento ao longo de todo o processo de realização do meu experimento. À mestranda, Luana Patrícia Pinto, por toda ajuda possível.

A todo o corpo docente da Universidade Federal Do Paraná – Setor Palotina, o qual tive a oportunidade de conviver e compartilhar conhecimentos ao longo dos últimos anos.

Aos produtores que abriram suas portas para realização do experimento.

A todos meus amigos, em especial ao Alexsandro Barbosa, Augusto Nardi, Eduardo Mazotti, Rafael Schueroff, Marlon Villeti, Luis de Albuquerque, Thalison Moisés e toda a galera do PROERD, pelo companheirismo durante esta etapa de minha vida a qual sempre será lembrada.

Em especial à minha namorada Jéssica Vicentin, por toda força e apoio.

Enfim, a todos que fizeram parte desta jornada gratificante, o meu muito obrigado.

“O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar com mais inteligência.”

Henry Ford

RESUMO

A fumicultura possui alto potencial de degradação da qualidade do solo, principalmente das atividades biológicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos biológicos de solos sob distintos manejos de cultivo de *Nicotiana tabacum* L. a fim de identificar entre os tratos culturais, quais estão conseguindo mitigar a ação degradadora do cultivo do tabaco. Foram coletados solos de cinco propriedades sob distintos manejos e tempo de plantio da cultura do tabaco e foi feito um levantamento histórico prévio através de um questionário para levantamentos dos aspectos agronômicos das áreas. Para obtenção dos atributos biológicos foram realizados a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) pela técnica do *pour plate* e a diversidade pela tipagem morfológica. Valores de FDA foram obtidos para avaliar a atividade metabólica dos agrupamentos encontrados e uma análise química do solo foi realizada para convergir com os valores biológicos. O cultivo de tabaco por 3 anos (M1) apresentou maior diversidade biológica do que sob plantio por 40 anos (M5), que exibiu a menor diversidade de microrganismos, atribui-se essa diferença ao tempo de cultivo. Foi identificado grupos altamente resilientes nos cinco manejos distintos (G3 e G5). Os fatores considerados de maior influência sobre os atributos biológicos do solo em relação a cultura do fumo foram a rotação de culturas, o descanso e/ou pousio do solo, o uso de adubação de cobertura e adubação orgânica anual. O manejo M2 foi o que menos impactou sobre a biota bacteriana do solo pois foi o que apresentou os melhores valores para todos os atributos biológicos avaliados (UFC, FDA e diversidade morfológica). O M2 também foi o que apresentou os melhores valores para os atributos químicos (saturação de bases, carbono total, relação Mg/K e a relação Ca/K) considerados de relevância para correlacionar os dados biológicos. Tanto para o melhor (M2) quanto para o pior manejo (M5), o que mais contribuiu para a mitigação da ação degradativa da cultura do tabaco foi o manejo de cobertura e a aplicação de biofertilizantes. Portanto, o plantio de tabaco a longo prazo sem um conjunto de manejos adequados reduz a densidade, a diversidade e a atividade metabólica do solo.

Palavras-chave: densidade; diversidade; fumo; rizobactérias.

ABSTRACT

Tobacco growing has high potential for degradation of soil quality, mainly for biological activities. The objective of this work it was evaluate the biological attributes of soils under different management of *Nicotiana tabacum* L., in order to identify among cultural practices, which are managing to mitigate the degrading action of tobacco growing. Soils were collected from five farms under different management and planting time of the tobacco crop, and a previous historical survey was made through a questionnaire about the agronomic aspects of the areas. To obtain the biological attributes were counted colony forming units (CFU) by pour plate technique and diversity by morphological typing. FDA values were obtained to evaluate the metabolic activity of the clusters found and a soil chemical analysis was performed to converge with the biological values. The cultivation of tobacco for 3 years (M1) presented greater biological diversity than under planting for 40 years (M5), which exhibited the lowest diversity of microorganisms, attributed this difference to the culture time. Highly resilient groups were identified in the five different managements (G3 and G5). The factors considered to have the greatest influence on the soil biological attributes in relation to the tobacco growing were crop rotation, rest and/or fallow, the use of cover fertilization and annual organic fertilization. M2 management had the least impact on soil bacterial biota because it presented the best values for all evaluated biological attributes (CFU, FDA and morphological diversity). M2 also presented the best values for the chemical attributes (base saturation, total carbon, Mg/K ratio and Ca/K ratio) considered relevant to correlate biological data. For the best (M2) and the worst management (M5), what most contributed to the mitigation of the degradative action of the tobacco crop was the management of coverage and the application of bio-fertilizers. Therefore, long-term tobacco planting without adequate management reduces the density, diversity, and metabolic activity of the soil.

Keywords: density; diversity; smoke; rhizobacteria.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS;.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 HISTÓRICO AGRONÔMICO PARA DEFINIÇÕES DAS ÁREAS DE COLETA	12
3.2 COLETA E AMOSTRAGEM DE SOLO.....	12
3.3 CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA DAS AMOSTRAS	13
3.3.1 Obtenção da UFC	14
3.3.2 Caracterização morfológica	14
3.3.3. Hidrólise de fluoresceína (FDA).....	15
3.4 ANÁLISES QUÍMICAS	15
3.5 ANALISE ESTATÍSTICA	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
ANEXO I.....	34
ANEXO II.....	35
ANEXO III.....	35
ANEXO IV	37

1. INTRODUÇÃO

O tabaco, cientificamente denominado de *Nicotiana tabacum L.*, conhecido também como fumo, é uma planta pertencente à família Solanaceae nativa da América do Sul (SOARES et al., 2008). A palavra *tabacum* originou-se com os índios que a utilizavam para denominar um junco vazado que era usado para inalar fumo. Já a palavra Nicotina é uma homenagem a Jean Nicot (1530-1600), médico francês que estudava os efeitos da nicotina e a recomendava como substância que “curava-tudo” (CUNHA et al., 2007).

A produção mundial de tabaco está concentrada em poucos países como China, Índia, Brasil, Estados Unidos, Zimbábue e Indonésia, que são responsáveis por cerca de 70% da produção, desta, 30% são voltados à exportação (FIGUEIREDO, 2008; AFUBRA, 2017). O Brasil é considerado o maior exportador mundial de tabaco e o segundo maior em produção de acordo com a Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA, 2017). De acordo com Dornelles (2015), cerca de 10% das folhas consumidas no mundo são do Brasil e, atualmente, esta produção se concentra nos estados da região Sul onde, dos 1.191 municípios, 55% são produtores de fumo com uma média de 16,7 hectares por produtor, o que revela um formato produtivo de agricultura familiar.

Devido as características intrínsecas da planta e ao melhoramento genético do fumo ter priorizado o desenvolvimento aéreo em detrimento ao radicular, atualmente, a maioria das variedades cultivadas comercialmente apresentam sistemas radiculares sensíveis e superficiais, com baixa capacidade de absorção e penetração no solo (GAVILANO et al., 2006). Além disso, a falta de palhada, o revolvimento constante e o uso intensivo de agrotóxicos têm diminuído drasticamente os teores de matéria orgânica (MO), a estabilidade de agregados e as atividades microbiológicas de solos sob cultivo de fumo, resultando em deterioração de várias áreas de regiões significativamente produtoras no Brasil (DALMOLIN et al., 2003; GAVILANO et al., 2006).

Segundo levantamento realizado no ano de 2004, 87,8% dos sistemas de manejo do solo foram feitos de forma convencional e mínimo sobre pousio (PELLEGRINI, 2006). Este sistema segue até os dias atuais e consiste em duas operações, a primeira mais profunda, normalmente realizada com arado, visando principalmente o rompimento de camadas compactadas e a eliminação de restos

culturais e a segunda, mais superficial, realizada com grade, para nivelar, destorroar e destruir crostas superficiais eliminando plantas daninhas e facilitando o transplante das mudas.

Amaral, Tagliari e Zoldan (2007), também apontaram para a grande quantidade de agrotóxicos entre inseticidas, acaricidas, herbicidas e fungicidas utilizados durante o ciclo da cultura do fumo. Os mesmos autores definem que de 5 a 20% destes agrotóxicos chegam aos rios ou nascentes, gerando contaminação ambiental. Os agrotóxicos tornaram-se o recurso mais utilizado pelos produtores de fumo para tentar compensar as perdas de produtividade provocada pela degradação do solo e controlar o aparecimento de pragas e doenças (GUTERRES et al., 2007).

Dentre os primeiros sinais de degradação ambiental de solos cultivados estão a erosão, o solo descoberto, o manejo mecânico de revolvimento pesado e o uso intensivo de agrotóxicos. Por consequência, ocorre a perda da MO, a morte celular da biota como um todo, em especial dos microrganismos promotores de crescimento de plantas e por fim, aparecem o prejuízo sob a estrutura e a fertilidade do solo ocasionando em produtividades cada vez mais baixas (COMIN; LOVATO, 2014).

Antoneli e Thomas (2004), constataram que o revolvimento constante do solo por meio da formação de sulco em desnível facilita o destacamento e o transporte de partículas levando a um aumento de 30% na carga de material suspenso transportado por rios quando sob influência da fumicultura. Neste contexto de manejo, outra consequência é a erosão hídrica que agrava de vez o empobrecimento dos solos por perda de nutrientes e redução da capacidade produtiva da biota. Tudo isso tem elevado, por anos, os custos de produção e a maior contaminação ambiental deste tipo de sistema produtivo (SCHICK et al., 2000).

Dessa maneira, compreende-se que a fumicultura possui alto potencial de degradação da qualidade do solo a qual é definida como a capacidade, dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, de manter a produtividade e a biodiversidade, melhorar a qualidade do ambiente e contribuir com a saúde dos seres vivos (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009; GOMES, 2015). Neste contexto, a avaliação da qualidade do solo não é uma tarefa fácil, em virtude da multiplicidade de fatores químicos, físicos e biológicos que controlam os processos biogeoquímicos e suas variações, sendo assim, se faz necessário o uso de um conjunto mínimo de

indicadores para serem utilizados e correlacionados nas diferentes análises para aferir sobre a qualidade biológica de um solo (MENDES et al., 2011).

A maior frequência e abundância das atividades biológicas ocorrem na camada de 10 a 30 cm de profundidade do solo, onde se encontra a maior concentração de raízes, estas sintetizam uma gama variada de compostos que estimulam a proliferação das comunidades microbianas (WALKER et al., 2003). Estes indivíduos rizosféricos, representados em sua maioria, por bactérias e fungos, respondem a esta relação associativa positiva atuando como catalizadores de processos bioquímicos através de suas atividades enzimáticas sobre a matéria orgânica levando a decomposição, transformação e distribuição de nutrientes no solo e para as plantas (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Neves et al. (2009), defende que, a utilização de indicadores biológicos para aferir sobre qualidade de solos deve ser considerada uma estratégia fundamental para os manejos conservacionistas, principalmente do ponto de vista preventivo porque respondem a alterações no meio com grande rapidez. Isto se deve ao fato de que, os microrganismos do solo existem em grande número, muitos são de reprodução rápida, apresentam alta diversidade e diversas funções metabólicas. Os indicadores biológicos ou bioindicadores mais utilizados são o carbono da biomassa microbiana (C-BMS), a respiração basal do solo (RBS), o quociente metabólico (qCO_2), enzimas, diversidade, densidade e atividade de grupos funcionais chave (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; VASCONCELOS, 2015).

Neste caso, a obtenção de resultados que possibilitem aferir sobre a degradação ecológica de agrossistemas tem se tornado primordial para o monitoramento de distintos manejos conservacionistas de solos com o uso de bioindicadores (SILVA et al., 2013). Dados sobre a estrutura, função e morte dos milhares de organismos edáficos conseguem apontar e permitir monitorar quais sistemas agrícolas estão sendo mais impactantes para as diferentes regiões e culturas produzidas.

Com isso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de solos sob distintos tratamentos adotados para o plantio do fumo a partir da obtenção de dados de atributos biológicos envolvendo densidade, diversidade e funcionalidade de comunidades bacterianas para apontar, entre os manejos comparados, quais estão conseguindo mitigar a ação degradadora do cultivo do tabaco.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve por objetivo geral, avaliar os atributos biológicos de solos sob distintos manejos de cultivo de *Nicotiana tabacum L.* a fim de identificar quais estão conseguindo mitigar a ação degradadora do cultivo do tabaco.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar o histórico de cultivo dos solos sob os distintos manejos de fumo;
- Realizar as análises químicas dos solos sob os distintos manejos de fumo;
- Avaliar a densidade biológica bacteriana dos solos sob os distintos manejos através da contagem das unidades formadoras de colônias (UFC);
- Avaliar a diversidade biológica bacteriana dos solos sob os distintos manejos através da tipagem morfológica de colônias;
- Avaliar as atividades celulares bacterianas dos solos sob os distintos manejos através do método de hidrólise de fluoresceína (FDA);
- Comparar e identificar os manejos que menos impactaram na conservação dos solos cultivados com fumo na região do município de Itaipulândia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 HISTÓRICO AGRONÔMICO PARA DEFINIÇÕES DAS ÁREAS DE COLETA

O levantamento histórico da área foi estabelecido a partir de um questionário que segue no anexo I, aplicado junto aos proprietários das áreas selecionadas para a coleta dos solos. Para tanto, um modelo do termo de consentimento livre e esclarecido, que segue no anexo II, foi apresentado e assinado pelos entrevistados a fim de que os mesmos pudessem ter garantida a privacidade individual e dos dados somente para fins científicos. Os dados obtidos a partir do questionário completo foram compilados em uma tabela em anexo III. A partir das respostas obtidas, as análises foram estabelecidas de acordo com o histórico de plantio intensivo de tabaco, com os diferentes tempos de uso da terra e a partir dos diferentes manejos estabelecidos durante o ciclo da cultura conforme apresentado na tabela 1 dos resultados.

3.2 COLETA E AMOSTRAGEM DE SOLO

As amostras de solos foram oriundas de áreas perimetrais do município de Itaipulândia na região oeste do Estado do Paraná (FIGURA 1). As coletas foram realizadas com o auxílio de um trado de rosca, em uma profundidade aproximada de 10 a 15 cm, local no solo que se encontra maior atividade microbiana (ANDRADE; HAMAKAWA, 1994). Cada área foi dividida em cinco transeptos paralelos, traçados diagonalmente de acordo com o declive e direção do curso de água, homogeneidade do terreno, fertilidade do solo, entre outros fatores. Considerou-se o efeito bordadura, desconsiderando aproximadamente 50 metros das bordas da lavoura. Os transeptos foram denominados A, B, C, D e E (FIGURA 2) (NEIVERTH, 2012).

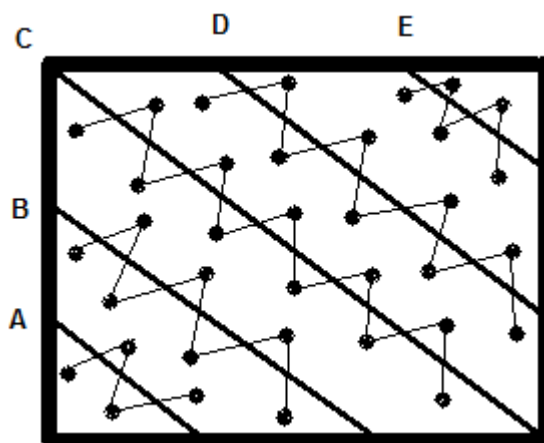
Através dos transeptos traçou-se uma linha imaginária no formato de “zig-zague” (FIGURA 2), promovendo maior homogeneidade. Foram coletadas vinte sub-amostras por área, em seguida homogeneizadas, separando duas amostras devidamente etiquetadas e mantidas em gelo para posterior análise (BUCKLAND et al., 2001)

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS COM PLANTIO DE TABACO NA CIDADE DE ITAIPULÂNDIA – PR.



FONTE: Google Earth (2017).

FIGURA 1: DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE COLETAS REFERENTES ÀS SUB-AMOSTRAS POR REPETIÇÃO EM RELAÇÃO À GLEBA, UTILIZADOS PARA A OBTENÇÃO DOS ISOLADOS.



FONTE: O AUTOR, 2017.

3.3 CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA DAS AMOSTRAS

As amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento de Plantas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, no período de outubro a novembro de 2017, onde foram pesados 10 gramas de solo, dos diferentes manejos de cultivo, e diluídas em 90 mL de solução salina 0,85%, em

frascos contendo pérolas de vidro, previamente autoclavados, originando desta forma diluição 10:1, em seguida foram feitas diluições seriadas, obtendo desta maneira diluições 10:2, 10:3 e 10:4. 100µl de todas as diluições foram plaqueados em quadruplicata no meio de cultura *Digs sólido*, com pH ajustado para 6,5 e incubado por 48 horas em estufa à temperatura de 27°C. Este meio é composto por 2,0g de glicose, 2,0g de ácido málico, 1,5g de peptona bacteriológica, 2,0g de extrato de levedura, 0,5g de K₂HPO₄, 0,5g MgSO₄, 1,5g de ácido glutâmico e seu volume ajustado para um litro. Adicionou-se 16g de ágar bacteriológico.

3.3.1 Obtenção da UFC

O crescimento bacteriano foi avaliado pelo método de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), em que a quantificação é dada pela contagem do número de células viáveis presentes. O método em placas tem como princípio que cada colônia surgida é originária de uma única célula viável e leva em consideração a diluição e inoculação realizadas corretamente (HUNGRIA; ARAÚJO, 1994). A análise de unidades formadoras de colônia (UFC), para dimensionar o número de células viáveis presente neste solo foi utilizado o método de espalhamento superfície (*pour-plate*). Para a contagem das colônias puras, foi feita a contagem a partir das diluições as quais apresentaram-se com placas mais homogêneas e colônias bem definidas para esta técnica.

3.3.2 Caracterização morfológica

Para a classificação morfológica das colônias bacterianas usou-se o protocolo estabelecido por Hofling e Gonçalves (2011) modificado, sendo considerados os seguintes aspectos: tamanho (pequena, média ou grande), forma (circular, irregular, rizoide, filamentoso ou puntiforme), borda (lisa, lacerada, lobada, filamentosa ou ondulada), homogeneidade (homogênea ou heterogênea), cor (incolor ou pigmentada), brilho (transparente, translúcida ou opaca), elevação (côncava, elevada, ondulada, protuberante, achatada ou convexa), estrutura (lisa, granulosa, filamentosa, membranosa, ou rugosa), e aspecto (viscosa, úmida, membranosa, granulosa, rugosa ou filamentosa).

3.3.3. Hidrólise de fluoresceína (FDA)

O método de hidrólise de fluoresceína (FDA) foi realizado para avaliar a atividade celular nas amostras de solo. Foram pesadas 5g de solo de cada amostra em duplicata, que foram pesadas e colocadas em frascos de Erlenmeyer de 125 mL, adicionou 20 mL de solução tampão fosfato de potássio 60mM (pH 7,6) em seguida adicionou-se 200µl de solução estoque de FDA nos Erlenmeyer e agitados durante 20 minutos a 150 rpm. Após o período de incubação, adicionou-se 20 mL de acetona para paralisar a reação de hidrólise, em seguida as amostras foram centrifugadas durante 10 min a 2000 rpm e filtradas. Em espectrofotômetro (490nm), determinou-se a quantidade de fluoresceína hidrolisada. Com os resultados obtidos, foi elaborada uma curva padrão para cada amostra e calculada a quantidade de miligramas de fluoresceína hidrolisada kg^{-1} solo h^{-1} .

3.4 ANÁLISES QUÍMICAS

As análises químicas foram realizadas pelo laboratório Acqua Sollus no mês de novembro de 2017, os resultados obtidos estão descritos nas tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 para os tratamentos M1, M2, M3, M4 e M5, respectivamente que seguem apresentados no anexo IV. A partir das análises obtidas, alguns parâmetros foram escolhidos para serem apresentados nos resultados do trabalho por serem considerados mais relevantes para correlacionar com os atributos biológicos.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O agrupamento dos isolados quanto às características morfológicas foi gerado a partir do módulo de inferência por árvores e network do programa Bionumerics (*Applied Math*) utilizando o algoritmo UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages*) apresentado na forma de tabela nos resultados (HAMMER et al., 2001). As médias de UFC foram calculadas e utilizou-se o programa EXCEL (Microsoft) para a obtenção de um gráfico de barras. Os dados FDA foram obtidos a partir da média de duas avaliações por manejo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores considerados mais relevantes e que alteram de forma significativa e rápida a organização de um solo do ponto de vista físico, químico e biológico são o manejo de preparo do solo e o uso excessivo de agrotóxicos (EDWARDS, 1989; CARNEIRO et al., 2009). As respostas ao questionário (Anexo III) deste trabalho, aplicado junto aos produtores de fumo das áreas que foram analisadas, revelaram que o preparo mecânico pesado do solo e o manejo intensivo de agrotóxicos são tratamentos comumente utilizados por todos os produtores de fumo. Isso se deve ao fato de que são padrões recomendados pela empresa compradora do produto, já que é a mesma que oferece a assistência técnica para o produtor, portanto, estes fatores não puderam ser utilizados para discutir sobre as diferenças obtidas para os parâmetros biológicos e químicos.

Sendo assim, a Tabela 1, foi definida a partir de tratamentos culturais que pudessem ser considerados de maior influência sobre os atributos biológicos do solo. Através do histórico das áreas, foi possível observar que a diferença predominante entre os manejos dos tratamentos foi a rotação de cultura, a presença da adubação orgânica anual e o período de descanso do sistema de plantio fumo seguido de fumo.

Em relação a produção média obtida por ano de cada área avaliada, quando comparados os manejos M1 e M2, respectivamente, de áreas sob 3 e 6 anos de exploração, foi observado uma redução de 50% quanto ao tempo de uso da terra com o cultivo do fumo. Ainda em relação ao tempo de plantio, o manejo 3 (M3), cujo o solo se encontra sob 10 anos com o cultivo sucessivo de tabaco, apresentou uma produção média de 50 mil/pés/ano, mesmo tendo o dobro de área que o M2, demonstrando que o tempo de uso sem o manejo adequado pode levar a danos de produção em um curto intervalo de tempo (VOLK et al., 2004). Os manejos M4 e M5, apesar da atividade exploratória mais prolongada de 12 e 40 anos, respectivamente, apresentam melhor produção provavelmente devido a adubação orgânica anual.

Melo et al., (2000), afirmam que um composto orgânico tem a capacidade de inserir no sistema agrônomo uma quantidade alta de nutrientes que são capazes de modificar e estimular a microbiota alterando os ciclos biogeoquímicos e a dinâmica do ambiente, além disso Silveira e Freitas (2007) citam que esses nutrientes são acumulados no ambiente por meio da biomassa e detritos orgânicos.

Quando se insere um biofertilizante, ocorre uma alteração no equilíbrio dos microrganismos existentes e posterior estabilização, ocorrendo alteração na atividade microbiana devido a inserção de outros nutrientes, sendo assim, há uma estreita relação entre microrganismos e matéria orgânica (KASCHUK et al., 2010).

TABELA 1. ÁREAS SOB CULTIVO DE FUMO DEFINIDAS A PARTIR DE PARÂMETROS DE MANEJOS DIFERENCIADOS

TRATAMENTO	TEMPO DE PLANTIO	TAMANHO	PRODUÇÃO	MANEJOS DIFERENCIADOS SOB CULTIVO DE FUMO
	(anos)	(hectare)	(Mil/pés/ano) Média	
M1	3	30	1. 120 2.	1. Rotação - soja-milho; 2. Com descanso - 2 anos para retorno do fumo na mesma área 3. Sem adubação orgânica;
M2	6	30	50	1. Rotação - soja/milho/aveia; 2. Com descanso - 3 anos para retorno do fumo na mesma área 3. Adubação orgânica anual
M3	10	60	50	1. Rotação – soja; 2. Sem descanso; 3. Sem adubação orgânica;
M4	12	16	100	1. Rotação - soja; 2. Sem descanso; 3. Adubação orgânica anual;
M5	40	8	3. 110 4. 5.	1. Rotação com soja; 2. Sem descanso, mas com cobertura verde na entressafra; 3. Adubação orgânica anual;

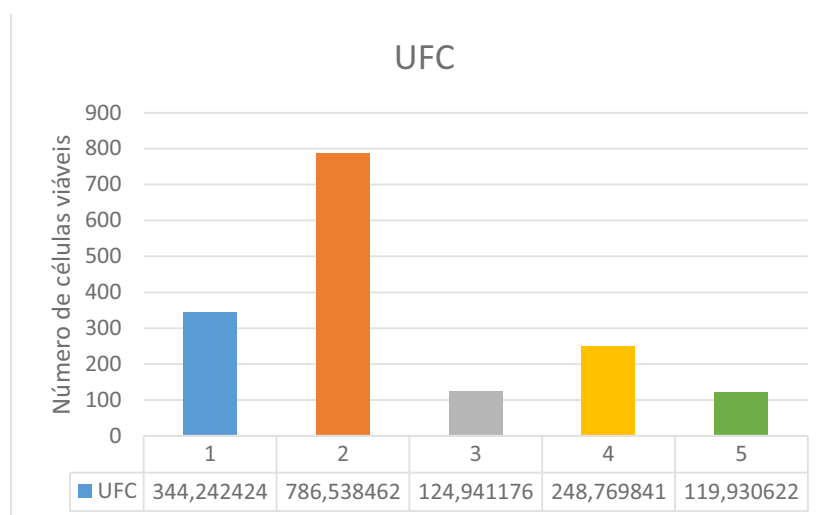
FONTE: O AUTOR, 2017.

Para aferir e correlacionar os ganhos de produção em relação a qualidade biológica dos solos dos manejos (M) deste trabalho, os atributos biológicos escolhidos para as avaliações como a densidade, a diversidade e a funcionalidade enzimática das comunidades bacterianas conseguiram direcionar as discussões do ponto de vista agrônomo e ambiental.

O Gráfico 1 demonstra com destaque o manejo 2 (M2), como tendo a maior densidade populacional bacteriana (786,53 UFC) em detrimento ao M5 que apresentou uma UFC em torno de 119,93 células viáveis. O valor obtido para o M3 (124,94 UFC), mesmo apresentando um tempo de cultivo razoável, reflete o uso do solo e o quanto a adubação orgânica poderia ter colaborado para a reposição da morte celular bacteriana. O inverso desta constatação é verificado pelo valor da UFC do M4 (248,76) que, mesmo sendo explorado somente dois anos a mais, está

conseguindo se manter mais viável devido a constante aplicação de esterco de suínos e aves.

FIGURA 3: VALORES DA MÉDIA DA CONTAGEM DA UNIDADE FORMADORAS DE COLÔNIA (UFC) DE 3 DILUIÇÕES (10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}).



FONTE: O AUTOR, 2017.

Quando comparadas as UFCs do M1 (344,24) e M2 em relação ao tempo de uso da terra, dá para justificar o ganho significativo do M2 como sendo atributo da adubação orgânica anual, já que os dois sistemas realizam a rotação e o descanso do solo. Um detalhe a ser considerado ainda nesta comparação, é a presença da aveia como manejo de cobertura na rotação do M2 e do descanso de 3 anos em relação a 2 anos no M1. Pellegrini (2006), concluiu em seu trabalho que sistemas de manejo do solo que incluem a aveia como planta de cobertura no inverno, apresentaram aumento da umidade do solo, diminuição da temperatura e das perdas de água, de solo e de nutrientes tornando-se sustentáveis há longo prazo.

Neste contexto, segundo Kunz (2005), apesar do tempo ser capaz de reduzir a diversidade morfológica, o manejo quando executado corretamente tem competência de inserir outros microrganismos de maneira indireta, uma delas é através do uso de biofertilizantes orgânicos, os quais são oriundos do tratamento de rejeitos suínos que contribuem nas características físico-químicas e biológicas do solo.

Os dados de hidrólise de fluoresceína (FDA) foram obtidos para confirmar se a densidade populacional bacteriana revelada realmente se encontrava em atividade metabólica. Foi possível notar que a menor atividade enzimática constatada foi a do

M5 (235,55 mg de FDA hidrolisando kg^{-1} solo por hora⁻¹). Para os demais manejos, M1, M2, M3 e M4, os valores de FDA encontrados foram, respectivamente, 271,44, 323,23, 324,67 e 326,93 de FDA hidrolisando kg^{-1} solo por hora⁻¹, sendo então apresentados em ordem decrescente do melhor para o pior FDA obtido: $M4 > M3 > M2 > M1 > M5$.

O termo atividade microbiológica corresponde a todas as reações metabólicas celulares, suas interações e seus processos bioquímicos conduzidos pelos organismos presentes no solo (SIQUEIRA et al., 1994). O método de quantificação enzimática de hidrólise de fluoresceína (FDA) foi realizado para avaliar a atividade celular nas amostras de solo, pois, segundo Balota et al. (2014), este tipo de teste apresenta alta sensibilidade frente as alterações ambientais ocasionadas pelos manejos distintos no ambiente. A baixa FDA no M5 corrobora com a menor UFC (119,93), indicando assim que quanto maior o tempo de cultivo, maior a degradabilidade do solo.

Para saber se estas densidades populacionais encontradas nos solos sob distintos manejos da cultura do fumo analisados neste experimento conseguiram revelar a diversidade das comunidades bacterianas, um estudo de agrupamento foi realizado por tipagem morfológica como um *screening* para seleção de indivíduos representante que deverão ser submetidos aos estudos de diversidade genética para definição final dos grupos de espécies que compõem estes solos (TABELA 2). Ainda sim, este tipo de avaliação, quando associado a outros atributos biológicos, pode dar sinais sobre a sobrevivência das bactérias e se o sistema de cultivo está exercendo seleção de estirpes mais adaptadas.

Na Tabela 2 é possível verificar que dentre os agrupamentos morfológicos apresentados, há um grupo (G2) que se destaca por apresentar o maior número de indivíduos agrupados por alta similaridade morfológica (90). Em seguida outros agrupamentos G3 e G5, respectivamente, com 32 e 30 isolados também puderam ser revelados de forma significativa apontando a presença de grupos resilientes nestes solos sob exploração agrícola. Neste contexto, também vale destacar os grupos G4 (24), G1 (16) e G9 (14).

Microrganismos resilientes são os que se mantêm ao longo dos anos, conhecidos também como grupos funcionais que, independente das perturbações e dos manejos empregados, permanecem no ambiente desempenhando seus papéis nos ciclos biogeoquímicos se estabilizando com o tempo (LUDWIG et al., 2017).

Segundo Seybold et al. (1999), resiliência é a capacidade de resposta positiva dos microrganismos presentes no solo de responder às perturbações do ambiente, trata-se da sobrevivência de microrganismos específicos e que desempenham funções importantes no solo, seriam conhecidos na biologia como grupos chaves (KASCHUK et al., 2009).

Segundo Van Bruggen et al. (2006), o monocultivo da cana-de-açúcar, assim como utilizado no fumo, tende a selecionar comunidades resilientes no solo permitindo que o sistema se adapte e continue desempenhando suas funções em busca do reestabelecimento do padrão natural de equilíbrio dinâmico do ambiente. Porém, se esta pressão seletiva se mantiver por um longo tempo, o tipo e a qualidade da resiliência poderão ser alterados e esta mudança poderá levar a problemas de adaptação frente as possíveis modificações que o sistema pode vivenciar durante sua jornada produtiva (KASPERSON et al., 2005).

TABELA 2: AGRUPAMENTOS OBTIDOS POR TIPAGEM MORFOLÓGICA SEGUNDO HOFLING E GONÇALVES (2011) MODIFICADO

Agrupamento	M1	M2	M3	M4	M5	Total
G1	3	3	4	3	3	16
G2	19	20	18	18	15	90
G3	2	9	4	8	9	32
G4	3	4	7	6	4	24
G5	5	4	4	8	9	30
G6	5	1	0	0	0	6
G7	1	2	0	1	0	4
G8	0	2	2	0	2	6
G9	5	1	1	4	3	14
G10	0	0	0	0	1	1
G11	3	3	2	12	5	25
G12	4	1	0	0	0	5
G13	1	0	0	0	0	1
G14	0	0	1	0	0	1
G15	1	0	1	0	0	2
G16	2	0	0	0	0	2
G17	0	1	0	0	0	1
G18	1	0	1	0	0	2
G19	3	1	1	0	0	5
G20	1	2	4	0	0	7
G21	1	2	0	0	0	3
G22	1	0	0	0	0	1
Total	61	56	50	60	51	278

FONTE: O AUTOR, 2017.

Neste contexto, vale apontar o grupo G11 que se destaca pela distância em que o mesmo se encontra no dendograma em relação aos outros grupos de números significativos. Isto pode estar revelando uma comunidade resiliente mas com funções mais específicas. Em se tratando de manejos que consistem de revolvimento agressivo no preparo para o cultivo do solo e do uso excessivo de agrotóxicos, é possível que estes indivíduos sejam especializados em degradar agentes de controle tendo os mesmos como aceptores finais de elétrons envolvidos em seus processos metabólicos, ou seja, podem ser considerados xenobiontes e fortes candidatos a biorremediação de solos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Organismos xenobiontes são aqueles capazes de degradarem compostos com potencial tóxico para o ambiente, inclui-se compostos sintéticos ou estranhos. A existência desses seres selecionados pelos sistemas agrônômicos, traz preocupação frente a natureza desses organismos, pois sua presença indica um ambiente contaminado (BRAGA, 2009). Por outro lado, existem xenobiontes com alta capacidade de degradação, ou seja, com alto potencial biotecnológico para descontaminação de locais altamente impactados pois elas têm capacidade de transformar um composto químico em um produto de fácil decomposição no ambiente.

Estudos como o de Anhalt; Moorman; Koskinen (2007), apontaram a degradação do pesticida diuron através da combinação de microrganismos *Arthrobacter* sp. com *Delfita acidovorans*. Bhalerao e Puranik (2007) também identificaram *Aspergillus niger* com grande potencial de degradar endossulfam e, ainda, o estudo de Ambrosoli, Negre e Divapra (2008) identificaram *Pseudomonas fluorescens* como degradadora de carbofuran, um inseticida-nematicida amplamente utilizado na cultura do tabaco.

A partir dos resultados que foram obtidos para os manejos da cultura do tabaco avaliados neste experimento, é possível afirmar que a cultura do tabaco, seguindo as recomendações tradicionais de manejo através do uso constante e em grandes concentrações de defensivos agrícolas, reduz a diversidade biológica do solo (VALADARES et al., 2016). Este apontamento se confirma observando a variação dos números de isolados encontrados nos grupos de G12 a G22 que,

conforme os anos de uso intensivo da terra com o plantio do fumo, demonstraram que alguns grupos biológicos foram sumindo gradativamente.

Do ponto de vista da diversidade dos manejos, o M1 foi o melhor manejo em questão de sobrevivência de indivíduos e da diferença entre eles onde foi possível identificar 60 indivíduos e 18 agrupamentos morfológicos bem marcados (TABELA 2). Este panorama de preservação da diversidade morfológica se deve, dentre outros fatores, ao pouco tempo de cultivo (3 anos), ao tipo de manejo empregado com sucessão de culturas e ao tempo de repouso de 2 anos para descanso da terra em relação ao cultivo do fumo.

É possível observar tal comportamento da microbiota em Pereira et al. (2007) e Hobbs et al. (2008), que afirmam em seus trabalhos que a diversidade aumenta devido a rotatividade das culturas. Além disso, é importante ressaltar que os atributos microbiológicos são capazes de fornecer resposta das alterações ambientais antes que ocorra mudanças nos atributos físicos e químicos, desta maneira é possível utilizá-los como bioindicadores para detectar alterações do tipo de manejo e das culturas utilizadas (FRANCHINI et al., 2007; LOUZADA; ZANETTI, 2013).

Analisando o M3, foi possível concluir que o tempo degrada tanto quanto um mal manejo empregado, de acordo com o histórico da Tabela 1, nesta área, o tabaco foi plantado anualmente e a única cultura inserida neste solo foi a soja. Apesar do uso anual de dejetos suínos, este manejo foi o que apresentou o segundo menor valor de UFC (124,94), ou seja, a comunidade microbiana está refletindo a baixa produtividade e o mal manejo deste solo (LOUZADA; ZANETTI, 2013).

Segundo Grayston et al. (2001), do ponto de vista biológico, os biofertilizantes tendem a estabilizar a microbiota do solo e inserir novos microrganismos advindos do próprio resíduo e de tratos intestinais animais. Neste contexto, os dados de UFC e de FDA (323,2 de FDA hidrolisando kg^{-1} solo por hora⁻¹) referente ao M2 deste experimento refletem a execução de um manejo conservacionista pois, o cultivo do tabaco neste solo é feito em talhões, dessa maneira ocorre maior descanso devido a rotação de culturas com soja, milho e aveia. O valor alto de FDA obtido para M2, corrobora em afirmar que se deve a grande quantidade de UFC, isto é, quanto mais microrganismos maiores as taxas metabólicas e de crescimento (SILVA et al., 2004).

Além disso, o M2 sofre de redundância funcional, é um termo empregado pela biologia do solo para quando há existência de muitos microrganismos exercendo a mesma função, com o passar do tempo a tendência é esses seres atingirem a capacidade suporte, cessarem seu crescimento e reduzir a população drasticamente atingindo um ponto de equilíbrio igual aos demais manejos (KENNEDY, 1999).

Os manejos M3 e M4 também foram identificados com uma FDA alta, respectivamente, 324,67 e 326,93 hidrolisando kg^{-1} solo por hora⁻¹, contudo, em detrimento ao M2, os resultados obtidos para estas áreas de cultivo advêm do alto estresse metabólico que pode estar ocorrendo nesses ambientes em degradação. Segundo Monteiro (2001), a hidrólise de fluoresceína é capaz de detectar a atividade de enzimas como as lipases, proteases e esterases, que apresentam grande capacidade de degradação de moléculas de cadeias longas. Portanto, partindo dos dados obtidos pelo levantamento agrônômico destas áreas (M3 e M4), foi possível levantar que as técnicas utilizadas por estes produtores foram mais agressivas do ponto de vista biológico e produtivo.

Neste contexto, este experimento vem apontando cada vez mais que, o manejo inadequado de defensivos agrícolas utilizados como padrões no cultivo do tabaco em relação ao tempo de uso contínuo, inúmeras aplicações e em doses elevadas, mesmo os considerados de baixo residual, vem promovendo acúmulos no ambiente o suficiente para que os microrganismos existentes no solo necessitem aumentar sua atividade para que liberem exsudatos que degradem essas cadeias longas de agrotóxicos. Desta maneira, os valores de FDA obtidos para os manejos M3 (324,67) e M4 (326,93) revelam um ambiente altamente estressado (PAUL; CLARK, 1988).

As análises químicas do solo foram realizadas para melhorar as convergências dos dados biológicos. Alguns parâmetros foram escolhidos por serem considerados mais relevantes para correlacionar com os atributos biológicos (TABELA 4). Os valores de CTC e pH variaram muito pouco entre os manejos, o que se deve, dentre outros fatores e de maneira geral, a falta de MO consistente, mesmo nos sistemas que realizaram a rotação de culturas.

O papel da MO como condicionador de solo é muito mais relevante do que como fonte de nutrientes. Dentre as propriedades da MO que contribuem para a melhoria e manutenção da fertilidade do solo, a presença de cargas elétricas pode

ser considerada a mais importantes pois influencia diretamente na capacidade de troca de cátions do solo (CTC), atuando na retenção e disponibilização de nutrientes, retenção e complexação de poluentes, retenção de umidade, estruturação do solo, manutenção de biodiversidade, entre outras (RAIJ, 1981; MIELNICZUC, 2008).

Observando os manejos em relação aos valores químicos obtidos, é possível observar que o M2 foi o trato cultural do tabaco que apresentou os melhores valores de saturação de bases (71,84%), do carbono total (11,35 mg dm³), da relação Mg/K (12,91%) e da relação Ca/K (15,99). Com isso, é possível apontar que o M2 foi o manejo que menos impactou sobre a fertilidade do solo, isto se deve dentre outros fatores, a capacidade que os tratos culturais executados nesta área tiveram em preservar a densidade e parte da diversidade da biota bacteriana ativa do solo. O alto valor de FDA encontrado no solo desta área, também aponta para um manejo conservacionista que permite a comunidade estar em atividade metabólica contínua, ou seja, em constante disponibilidade de nutrientes para as plantas.

TABELA 4: RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA PARA CADA MANEJO DOS FATORES QUE CORROBORAM COM OS ATRIBUTOS BIOLÓGICOS

	MO (%)	V (%)	CTC (cmolc.dm ³)	C (mg dm ³)	Ca/Mg (%)	Mg/K (%)	Ca/K (%)	pH CaCl ²
M1	2,16	47,88	10,26	12,72	2,22	4,9	10,87	4,96
M2	2,52	71,84	11,72	14,63	1,24	12,91	15,99	5,69
M3	2,28	24,09	11,01	13,22	1,28	6,28	8,08	4,33
M4	2,22	47,76	10,25	12,87	1,84	4,48	8,24	4,77
M5	1,95	63,19	10,79	11,35	1,54	2,94	4,54	5,48

*MO: Matéria orgânica; V: Saturação por bases; CTC: Capacidade de trocas catiônicas; C: Carbono orgânico; Ca/Mg: Relação carbono e magnésio; Mg/K: Relação magnésio e potássio; Ca/K: Relação cálcio e potássio; pH: potencial hidrogeniônico.

Ainda destacando os valores obtidos para manejo M2, a utilização da aveia de forma intercalada, como adubo verde, entre os plantios de soja e milho, possibilitou melhorias nas quantidades dos resíduos orgânicos que, associados a adubação orgânica anual, permitiu um incremento das comunidades bacterianas.

A quantidade de microrganismos são influenciadas por diversos fatores como: sistema de cultivo, rotação de culturas e a textura do solo. A rotação de culturas é uma das características essenciais do sistema plantio direto (SPD); o seu uso é recomendado por aumentar a estabilidade dos agregados do solo, além de

disponibilizar mais C ao solo quando é cultivada uma gramínea ou de fixar nitrogênio atmosférico quando é cultivada uma leguminosa (FILHO et al., 2008).

O manejo M5, foi o que apresentou os menores valores de carbono total (14,63 mg dm³), relação Mg/K (2,94%) e relação Ca/K (4,54%). Também foi o de menor UFC, diversidade morfológica e valores de FDA. No entanto, o proprietário informa uma produção considerável em relação a degradação biológica que o solo se encontra. Partindo do princípio da veracidade dos fatos, este valor de produção só pode estar revelando, mais uma vez neste trabalho, a importância que os manejos de cobertura associados a uma rotação adequada propiciaram uma das condições mais adequadas na recuperação destes solos explorados.

O uso de plantas em manejos de cobertura, vem sendo confirmada por diversas pesquisas como uma das alternativas mais eficientes para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, devido à capacidade de absorver nutrientes das camadas sub-superficiais do solo e liberandos pela decomposição dos seus resíduos (BERNARDES et al., 2010, LEITE et al., 2010). Estas podem gerar quantidades de matéria seca (MS) suficientes para manter o solo coberto, aumentar o teor de matéria orgânica e diminuir a perda de água e nutrientes.

A saturação de base do M3 (24,09%) foi a menor quando comparadas com os outros manejos. Segundo Alvarenga (2013), a saturação por bases ideal deve ficar entre 70% e 80%, com pH na faixa de 5,5 a 6,5. Tal valor pode corresponder a maior adsorção de alumínio e hidrogênio no solo corroborando para a redução do pH, o que pode ser confirmado observando na Tabela 4 que o M3 também apresentou o menor valor de pH. Dessa maneira a permanência desses valores baixos levou a acidificação do solo o que prejudicou diretamente os microrganismos do solo, além de limitações nutricionais, devido à carência de cálcio e magnésio, aliadas à baixa disponibilidade de fósforo (P) para as plantas (Anexo IV). A lixiviação retira elementos químicos do solo, em especial cálcio e magnésio através da água de percolação, que substitui as bases por hidrogênio e alumínio, o que intensifica a acidificação. Somado a isto, os teores de N e K, nestes tipos de solos tendem à deficiência, explicado pelo alto intemperismo e pelos baixos teores de matéria orgânica (MALAVOLTA, 1980; FAGERIA, 1989; LOPEZ, 1989; MARIA et al., 1993; FERNANDES, 2006).

Por fim, o presente trabalho concluiu que para as metas da sustentabilidade sistemas produtivos sejam alcançadas será preciso compreender que a melhor

estratégia deverá ser a combinação de um conjunto de valores que nos permitam monitorar os manejos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. O plantio de tabaco a longo prazo sem um conjunto de manejos adequados reduz a densidade, a diversidade e a atividade metabólica do solo;
2. Como o preparo mecânico pesado do solo e o manejo intensivo de agrotóxicos são tratos comumente utilizados por todos os produtores de fumo entrevistados neste trabalho, estes fatores não puderam ser utilizados para discutir sobre as diferenças obtidas para os parâmetros biológicos e químicos, justificando o porquê de não utilizar.
3. Os fatores considerados de maior influência sobre os atributos biológicos do solo foram a rotação de culturas, o descanso e/ou pousio do solo em relação a cultura do fumo e o uso de adubação de cobertura;
4. O manejo M2 foi o que menos impactou sobre a biota bacteriana do solo pois foi o que apresentou os melhores valores para todos os atributos biológicos avaliados (UFC, FDA e diversidade morfológica); Também apresentou os melhores valores para os atributos químicos (saturação de bases, carbono total, relação Mg/K e a relação Ca/K) considerados de relevância para correlacionar os dados biológicos;
5. O manejo M5 foi o que apresentou o pior desempenho para todos os atributos biológicos, contudo ficou entre os três melhores manejos quanto a produção anual devido a não fazer rotação de culturas, tempo de cultivo e descanso do solo. Este valor reflete a relevância do uso do manejo de cobertura para melhorar a matéria orgânica para este tipo de exploração agrícola.

REFERÊNCIAS

- AFUBRA – Associação dos fumicultores do Brasil. **Distribuição Fundiária**. 2017. Disponível em: <<http://www.afubra.com.br>> Acessado em: 24 nov. 2017.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate – Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.
- AMARAL, E. A. R.; TAGLIARI, P. S.; ZOLDAN, P. **A cultura do fumo e o meio ambiente: fumar é prejudicial ao meio ambiente**, jun., 2007.
- AMBROSOLI, R.; NEGRE, M.; DIVAPRA, M. G. Indications of the occurrence of enhanced biodegradation of carbofuran in some Italian soils. University of Turin, Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (To), **Italy International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 62, n.1, p.51-56, 2008.
- ANDRADE, D. S.; HAMAKAWA, P. J. Estimativa do número de células viáveis de rizóbio no solo e em inoculantes por infecção em plantas. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Eds). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPASPI, v.1, n.1, p.63-94, 1994.
- ANHALT, J. C.; MOORMAN, T. B.; KOSKINEN, W. C. Biodegradation of imidacloprid by an isolated soil microorganism. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v.42, n.5, p.509-514, 2007.
- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Relação entre o cultivo de fumo (nicotina tabacum L.) e a produção de sedimento na Bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga – PR. **Associação de geografia teórica – Ageteo**, v.35, n. 2, mai., 2010.
- ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75. 2007.
- Balota, E. L.; Machineski, O.; Hamid, K. I. A.; Yada, I. F. U.; Barbosa, G. M. C.; Nakatani, A. S.; Coyne M. S.; Soil microbial properties after long-term swine slurry application to conventional and no-tillage systems in Brazil. **Scienc of the Total Environment**, v.1, n.490, p.397-404, 2014.
- BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; AGUIAR, R. A.; MESQUITA, G. M. **Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.
- BHALERAO, T. S.; PURANIK., P. R. Biodegradation of organochlorine pesticide, endossulfam, by a fungal soil isolate, *Aspergillus niger*. **International Biodeterioration and Biodegradation**. v. 59, n.1, p.315-321, 2007.
- BRAGA, J. K. **Biodegradação do diurom e do sulfato de endossulfam e sua influência na cinética de crescimento de microrganismos edáficos**. 2009. 150 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

BUCKLAND, S. T.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; LAAKE, J. L.; BORCHERS, D. L.; THOMAS, L. Introduction to distance sampling-estimating abundance of biological populations. **Oxford University Press**. Oxford: 432 p., 2001.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PERREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de ciência do solo**. v. 33, n. 1, p.147-157. 2009.

COMIN, J. J.; LOVATO, P.E. **Projeto tecnologias sociais para gestão da água: Manejo para qualidade do solo**. Florianópolis: UFSC, p.55, 2014.

CUNHA, G. H.; JORGE, A. R. C.; FOTENELES, M. M. F.; SOUSA, F. C. F.; VI ANA, G. S. B.; VASCONCELOS, S. M. M. Nicotina e tabagismo. Artigos de revisão. **Revista Eletrônica Pesquisa Médica**. CE, v. 1, n. 4, out., 2007.

DALMOLIN, R. S. D.; Pedron, F. A.; Azevedo, A. C.; Zago, A. **Levantamento semidetalhado de solos da microbacia do arroio Lino – município de Agudo (RS)** p.84, 2003.

DORNELLES, M. **A produção de fumo em folha na região sul do Brasil**. Relatório de Iniciação Científica. Santa Cruz do Sul: PUIC/UNISC, p.153, 2015.

EDWARDS, C. A. Impact of herbicides on soil ecosystems. **Critical Reviews in Plant Science**, London, v. 8, n.1, p. 221-257, 1989.

FAGERIA, N. K. **Solos Tropicais e Aspectos Fisiológicos das Culturas**. 425 p. Brasília: EMBRAPA – DPU, 1989.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**, 432 p. Viçosa: SBCS, 2006.

FIGUEIREDO, A. **Programa de diversificação de lavouras de tabaco nas encostas da serra geral, atividades e potencialidades**. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias, 2008.

FILHO, V. S. P.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C.; SIQUEIRA NETO, M.; CERRI, C. C. Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais - Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 599-610, mar., 2008.

FRANCHINI, J.C.; CRISPINO, C.C.; SOUZA, R.A.; TORRES, E. & HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various tillage and croprotation systems in southern Brazil. **Soil Till. Res.**, v.1, n. 92, p.18-29, 2007.

GAVILANO L. B.; COLEMAN, N. P.; BURNLEY, L. E.; BOWMAN, M. L.; KALENGAMALIRO, N. E.; HAYES, A.; BUSH, L.; SIMINSZKY, B. Genetic engineering of *Nicotiana tabacum* for reduced normicotine content. **J. Agric Food Chem**, nov, 2006.

GOMES, A. D. S. **Qualidade do solo: conceitos, importância e indicadores de qualidade**. nov. 2015.

GRAYSTON, S. J.; GRIFFITH, G. S.; MAWDESLEY, J. L.; CAMPEBELL, C. D.; BADGETT, R. D. Accounting of variability in soil microbial communities of temperate upland grassland ecosystem. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 33, n. 5, p. 533-551, 2001.

GUTERRES, A.; DOMINGUES, L.; MORAES, M.; CARNEIRO, L.; MARQUES, F. C. Agroecossistemas produtores de fumo: uma reflexão a partir de estudo de caso em Novo Cabrais/RS. **Rev. Bras. Agroecologia**, v. 2, n. 1, fev., 2007.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, 2001.

HOBBS, P. R. K.; SAYRE, R.; GUPTA. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. **Philosophical transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1, p.543-555, 2008.

HOFLING, José Francisco; GONÇALVES, Reginaldo Bruno. **Microscopia de luz em microbiologia: Morfologia bacteriana e fúngica**. ArtMed, 2011.

HUNGRIA, M.; ARAUJO, R., S. (Ed.) **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-CNPAP, p. 542, 1994.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 42, n. 1, p. 1-13, jan., 2009.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 20, p. 1-13, 2010.

KASPERSON, R. E.; DOW, K.; ARCHER, E. R. M.; CÁCERES, D.; DOWNING, T. E.; ELMQVIST, T.; ERKSEN, S.; FOLKE, C.; HAN, G.; IYENGAR, K.; VOGEL, C.; WILSON, K. A.; ZIERVOGEL, G. **Vulnerable Peoples and Places**. In: HASSAN, R.; SCHOLE, R.; ASH, N. 9 (ed). Ecosystems and human well-being: current state and trends. Millennium ecosystem assessment. Washington, DC: Island Press, 2005.

KENNEDY, A. C. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 65-76, 1999.

KUNZ, A. Tratamento de dejetos de suínos: desafios associados a complexidade da matriz. In: **WORKSHOP sobre tecnologias para remoção de nutrientes de dejetos de origem animal**. 2005, Florianópolis. Anais... Florianópolis: EMBRAPA – CNPSA, 2005.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

LOPEZ, T. G. **Estúdio de la compartimentación celular em plantas modelo sometidas a estrés por alumínio.** 1989. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 1989.

LOUZADA, J.; ZANETTI, R. **Bioindicadores de impactos ambientais.** In: In: MOREIRA, F. M. S. et al. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras, Ed. UFLA, 2013.

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, out. 2017.

MALAVOLTA, E. Elementos de Nutrição Mineral de Plantas. São Paulo: **Editora agrônômica Ceres Ltda.** p. 251, 1980.

MARIA, I. C.; ROSSETO, R.; AMBROSANO, E. J.; DE CASTRO, O. M.; NEPTUNE, A. M. L. Effect of calcium sources on cation leaching using soil columns. **Revista Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p.87-98, 1993.

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.

MENDES, I. C.; JUNIOR, F. B. R.; HUNGRIA, M.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; MERCANTE, F. M.; ZILLI, J. E. Microbiologia do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. de; REIS JUNIOR, F. B. dos (Ed.). **BIOTECNOLOGIA estado da arte e aplicações na agropecuária.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 219-244, 2011.

MIELNICZUK, J. Matéria Orgânica e Sustentabilidade de Sistemas Agrícolas. In: ANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F. A. O. **fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, p.1-18, 2008.

MONTEIRO, R. T. R. Biodegradação de pesticidas em solos brasileiros. In-. MELO, I.S. de; SILVA, C.M.M.S. de; SCRAMIN, S.; SPESSOTO, A. **Biodegradação.** JaguariúnaSP: Embrapa Meio Ambiente, v. 1, p.1-14, 2001.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2da ed., Universidade Federal de Lavras, Lavras, 729 p. 2006.

NEIVERTH, W. **Diversidade morfológica e genética de rizobactérias endofíticas obtidas de solos de diferentes classes e manejos de cultivo.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 105 p., 2012.

NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; MOREIRA, F. M. S.; D'ANDRÉA, A. F. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. *Revista ciência e agrotecnologia.* v. 33, n. 1, Lavras, jan. 2009.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Soil microbiology and biochemistry. San Diego: **Academic Press Books, INC.,** 275 p. 1988.

PELLEGRINI, A. **Sistemas de cultivo da cultura do fumo com ênfase às práticas de manejo e conservação do solo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, centro de ciências rurais programa de pós graduação em ciência do solo. 79 p., 2006.

PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. de O.; CAMPO, R. J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p.1397-1412, 2007.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed.rev.atual. Campinas, Fundação IAC, 285 p. 1997.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; JUNIOR, A. A. B. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **R. Bras. Ci. Solo**, v.1, n. 24, p.427-436, 2000.

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, D. J.; MOUCO, M. A. C.; GAVA, C. A. T.; GIONGO, V.; PINTO, J. M. Composto orgânico em mangueiras (*Mangifera indica L.*) cultivada no semiárido do nordeste brasileiro. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 35, n. 3, p. 875-882, set. 2013.

SILVA, M.; SIQUEIRA, E.R.; COSTA, J.L.S. Hidrólise de diacetato de fluoresceína como bioindicador da atividade microbiológica de um solo submetido a reflorestamento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, 2004.

SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico Campinas, 2007.

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F. M. de S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental**. Brasília: EMRAPA-SPI, v.1, n.1, p.70-81, 1994.

SOARES, E. L. C.; SILVA, M. V.; VENDRUSCOLO, G. S.; THODE, V. A.; SILVA, J. G.; MENTZ, L. A. Família Solanaceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 6, n. 3, p. 177 - 188, jul., 2008.

VALADARES, R. B. S.; MASCOLOTTI, D. L.; CARDOSO, E. J. B. N. Micorrizas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. 2. ed. **Microbiologia do solo**. Piracicaba, São Paulo: ESALQ, p.179-196, 2016.

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, 2006. p. 105-122, 2006.

VASCONCELOS, M. C. A. de. **Avaliação dos indicadores químicos e biológicos de qualidade do solo d e cerrado degradado após o cultivo de leguminosas**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2015.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de ciência do solo**. Vol.33, n. 4 Viçosa. jul., 2009.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P.; STRECK, E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de ciência do solo**. v. 28, n.1, p.763-774, 2004.

WALKER, T. S.; BAIS, H. P.; GROTEWOLD, E.; VIVANCO, J. M. Root exudation and rhizosphere biology. **Plant Physiol**, v.132, n.1, p.44-51, 2003.

ANEXO I

1. Nome?
2. Idade?
3. Nível de escolaridade?
4. Qual o tamanho da propriedade?
5. Quais as atuais características produtivas da área total?
6. Qual o histórico produtivo da área total desta propriedade?
7. Qual ou quais as variedades de fumo você planta ou já plantou (período)?
8. Faça uma descrição dos tratos culturais executados durante a instalação da cultura do fumo e se há algum procedimento executado que considera diferente dos demais produtores?
9. Faça uma descrição dos principais agentes de controle utilizados durante o ciclo de plantio da planta nas diferentes safras/ano e seus respectivos preparos e formas de aplicação
10. O cultivo realizado na propriedade tem algum subsídio e ou financiamento? Se sim, como é feito?
11. Você tem acordo de mercado com alguma empresa? Como acontece?
12. Há quanto tempo é cultivado o fumo nesta propriedade? Em média, quantos pés/planta/ano esta propriedade produz?
13. Cite os três principais fatores que fazem vocês plantarem fumo?
14. Você recebe ou solicita assistência técnica? Se sim, com que frequência/ano e que tipo de assistência profissional visita a sua propriedade?
15. Você acredita executar algum tipo de manejo conservacionista durante o cultivo do fumo? Se sim, qual/quais?
16. Você já ouviu falar em biologia do solo? O que sabe ou pensa saber?
17. De 0 a 10, quanto você considera conhecer de manejo do solo?
18. A cada quanto tempo é feito a análise de solo?
19. É feita alguma rotação do fumo com outras culturas? Se sim, quais os benefícios encontrados em relação as áreas somente com sucessão fumo-fumo?
20. De 0 a 10, o quanto você considera importante a conservação do solo para a cultura do fumo?
21. A cada quanto tempo é feito a correção do solo nas áreas plantadas com fumo?
22. É utilizado ou já foi utilizado alguma vez alguma adubação orgânica na área? Qual? De que forma foi aplicada? Por quanto tempo?
23. Você acredita na produção de fumo orgânico? Por quê?
24. O que você pensa sobre o futuro da produção de fumo?

ANEXO II

MODELO DE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

- Você está sendo convidado para participar da pesquisa com título: Atributos biológicos de solo sob distintos manejos de cultivo de *Nicotiana Tabacum L.*
- Você foi selecionado através do histórico de plantio e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.
- Os objetivos deste estudo são avaliar os atributos biológicos de solos sob distintos manejos de cultivo de *Nicotiana Tabacum L.* a fim de identificar entre os tratamentos culturais, quais estão conseguindo mitigar a ação degradadora do cultivo do tabaco.
- Sua participação nesta pesquisa consistirá em apresentação da atual situação da cultura do tabaco e disponibilidade de amostras de solo.
- Não há riscos relacionados com sua participação e tem como principal benefício a identificação dos possíveis motivos de diminuição de produção.
- As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
- Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com o senhor (a), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento com os pesquisadores responsáveis, professora da Universidade Federal do Paraná Dr. Luciana Grange e seu orientado, aluno Marcio Felipe Simoni no e-mail marciofelipesimoni@gmail.com ou no telefone (45) 999851967.

Pesquisador Responsável

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Sujeito da pesquisa.

ANEXO III

TABELA 3: HISTÓRICO DAS ÁREAS DE MANEJOS ESTUDADAS.

Questionário aplicado sob consentimento esclarecido.	TRATAMENTOS					
	ÁREAS SOB DISTINTOS TEMPO DE CULTIVO COM FUMO					
	M1	M2	M3	M4	M5	
	3 ANOS	6 ANOS	10 ANOS	12 ANOS	40 ANOS	
2	Idade (anos)	26	65	33	53	57
3	Escolaridade	E.M.I	E.F.C	E.F.I	E.M.I	E.F.I
4	Tamanho da propriedade	30he	30he	16he	60he	8he
5	Qualidade do solo	Méd/alta produtividade.	Equilibrada	Pouco degradado	Degradada	Excelente
6	Histórico produtivo da área	Não soube dizer	Estabilizada	Queda	Improdutiva p/ fumo	Aumento na produtividade e
7	Variedade plantada:	Comum 302	Virgínia Burley	Virgínia Burley	Virgínia Burley	Comum 302

			Comum 302	Comum 302	Comum 302	
8	Tratos culturais executados	Normal	Normal	Normal	Normal	Adubação c/ milho
9	Agrotóxicos	I c/ EPI	I c/EPI	F H I / N	I c/EP	F H /EPI
10	Subsídio p/ o cultivo.	Não	Não	Não	Não	Não
11	Contrato de Produção.	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
12	Tempo de cultivo. pés/ano produtividade.	3 anos/ 120mil pés ano	6 anos / 50mil pés ano	10 anos/ 100mil pés ano	12 anos/ 780mil pés ano	40 anos/ 110mil pés ano
13	Principal fator p/ plantar fumo.	Rentável	Rentável	Rentável	Rentável	Rentável
14	Assist. técnica - frequência.	Não recebe	1 a 2 x mês	1 a 2 x mês	3 x mês	Não recebe
15	Acredita no manejo conservacionista.	Não	Rotação	Não	Não	Adubação com milho
16	Já ouviu falar em biologia do solo	Sim, não soube explicar	Sim, são os microrganismos	Nunca	Nunca	Nunca
17	0 a 10, quanto você considera conhecer de manejo do solo?	6,5	7	3	6	7
18	A cada quanto tempo é feita análise do solo	Bianual	Bianual	Anual	Anual	Bianual
19	Rotação de cultura realizada na propriedade	Soja-milho-fumo	Soja-milho-aveia-fumo	Fumo/soja	Soja-milho-fumo	Soja-milho-fumo
20	0 a 10, o quanto você considera importante a conservação do solo para a cultura?	8	9	10	10	10
21	A cada quanto tempo é feita correção no solo	Há 3 anos	Há 5 anos	Anualmente	Anualmente	Quando necessário
22	É ou já foi utilizado alguma vez adubação orgânica na área	Não	Anual suíno Anual cama aviário	Anual suíno	Não	Anual suíno
23	Acredita na produção do fumo orgânico, por quê?	Não, pragas	Sim	Não, pragas	Sim, porém pragas	Não, não rentável/praga
24	O que pensa do futuro da produção do fumo.	Irá aumentar	Sempre irá existir.	Está estagnada	Irá aumentar	Irá aumentar

ANEXO IV

TABELA 2: RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO M1.

pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	Al³
CaCl ² -----cmolc dm ³ -----							
4,96	0,48	3,19	1,44	5,35	4,91	10,26	0,12
V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	C	MO
% ----- mg dm ³ -----						g dm ³	%
47,88	19,49	37,50	9,20	16,47	77,20	15,52	2,16

FONTE: Arquivo pessoal 2017.

TABELA 3: RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO M2.

pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	Al³
CaCl ² -----cmolc dm ³ -----							
5,69	0,28	4,50	3,64	3,30	8,42	11,72	0,00
V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	C	MO
% ----- mg dm ³ -----						g dm ³	%
71,84	21,58	47,40	8,48	8,54	102,70	14,63	2,52

FONTE: Arquivo pessoal 2017.

TABELA 4: RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO M3.

pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	Al³
CaCl ² -----cmolc dm ³ -----							
4,33	0,17	1,39	1,09	8,36	2,65	11,01	0,99
V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	C	MO
% ----- mg dm ³ -----						g dm ³	%
24,09	18,06	40,37	8,59	12,83	56,83	13,22	0,99

FONTE: Arquivo pessoal 2017.

TABELA 5: RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO M4.

pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	Al³
CaCl ² -----cmolc dm ³ -----							
4,77	0,36	2,94	1,60	5,35	4,90	10,25	0,17
V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	C	MO
% ----- mg dm ³ -----						g dm ³	%
47,78	3,48	54,80	8,22	4,74	35,06	12,87	2,22

FONTE: Arquivo pessoal 2017.

TABELA 6: RESULTADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO M5.

pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	Al³
CaCl ² -----cmolc dm ³ -----							
5,48	0,80	3,65	2,36	3,97	6,82	10,79	0,00
V	P	Fe	Cu	Zn	Mn	C	MO
% ----- mg dm ³ -----						g dm ³	%
63,19	80,38	41,36	8,26	7,43	65,72	11,35	1,96

FONTE: Arquivo pessoal 2017.