



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

VINÁDIO LUCAS BÉGA

PAPEL DE PLANTAS DE COBERTURA EM PERÍODOS DE
POUSIO: EFEITO SOBRE PLANTAS INFESTANTES,
MICROBIOLOGIA E ESTRUTURA DO SOLO.

Londrina
2019

VINÁDIO LUCAS BÉGA

PAPEL DE PLANTAS DE COBERTURA EM PERÍODOS DE
POUSIO: EFEITO SOBRE PLANTAS INFESTANTES,
MICROBIOLOGIA E ESTRUTURA DO SOLO.

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Agronomia da
Universidade Estadual de Londrina para a
obtenção do título de mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura

Londrina
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

B416p Béga, Vinádio Lucas.
Papel de plantas de cobertura em períodos de pousio : efeito sobre plantas infestantes, microbiologia e estrutura do solo / Vinádio Lucas Béga. - Londrina, 2019.
50 f. : il.

Orientador: Maurício Ursi Ventura.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Agricultura orgânica - Tese. 2. Agroecologia - Tese. 3. Alelopatia - Tese. 4. Controle alternativo de mato - Tese. I. Ventura, Maurício Ursi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 63

VINÁDIO LUCAS BÉGA

**PAPEL DE PLANTAS DE COBERTURA EM PERÍODOS DE
POUSIO: EFEITO SOBRE PLANTAS INFESTANTES,
MICROBIOLOGIA E ESTRUTURA DO SOLO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina para a obtenção do título de mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Fernando Teruhiko Hata
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. Adriano Thibes Hoshino
Universidade Pitágoras/Universidade Norte do
Paraná

Londrina, 26 de abril de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico este trabalho a meus pais, amigos, colegas e professores que de alguma forma contribuíram para que chegasse até aqui. Foram muitos dias de trabalho e alguns deles penosos para que se concretizasse o sonho da pós graduação.

Agradeço especialmente meu orientador e amigo professor Maurício Ventura, grande incentivador e parceiro de ideias e trabalhos.

Aos atuais e eternos colegas do núcleo de Agroecologia da UEL que mesmo em poucos fazem muito pela agricultura e sobretudo pela produção orgânica sustentável e agroecológica, meu respeito e gratidão a todos vocês.

Meu respeito e agradecimentos a Banca, primeiramente por gentilmente terem aceito o convite, mas também pelas melhorias sugeridas.

Aos técnicos e funcionários da UEL o meu obrigado, em especial o Davi e o Leonardo, sem a atenção e trabalho destes, a pesquisa, a extensão e o ensino não acontecem.

Agradeço minha noiva Naiara, foram dias e dias de debates e discussões, mesmo ela não sendo profissional da área sempre havia um conselho ou apenas uma conversa que faziam total diferença. Neste mesmo sentido agradeço aos amigos Marcílio e Eliezer pelas tardes de sexta feira na companhia do Sr Nelson, este trabalho é nosso.

BÉGA, Vinádio Lucas. **Papel de plantas de cobertura em períodos de pousio: efeito sobre plantas infestantes, microbiologia e estrutura do solo.** 2019. 49 pg. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

RESUMO

Sistemas de produção influenciam diretamente a sustentabilidade agrícola. Manejos tradicionais utilizados na produção de grãos podem aumentar a dependência do uso de insumos industrializados e encarecer a atividade. Entre os problemas enfrentados atualmente pelos agricultores que se dedicam ao cultivo de grãos destacam-se as plantas daninhas que em alguns casos já demonstram resistência à alguns herbicidas, problema grave uma vez que é o principal método de controle utilizado atualmente. Agricultores orgânicos enfrentam problemas para o controle das plantas daninhas, resultando em alguns casos na desistência do agricultor exercer esta atividade ou saída do mesmo do sistema orgânico, passando a utilizar insumos proibidos na legislação que rege a produção orgânica. Sabendo disto objetivou-se neste trabalho avaliar durante duas safras a população de plantas daninhas, atividade microbiana do solo, química e estrutura do solo em dois sistemas de produção distintos, com a utilização de adubos verdes e sem a utilização do mesmo. O experimento foi conduzido na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina durante os anos de 2017 e 2018. Foi avaliado a influência da adubação verde na população de plantas infestantes comparando-se as áreas chamadas de convencional e em transição com a ajuda de amostras ao final dos ciclos de cultivo, tais amostras recolhidas por meio de um quadro de madeira de 0,5 x 0,5m foram ao final da leitura comparadas através de randomização de duas variáveis independentes. O método da determinação do carbono da biomassa microbiana e a respiração basal do solo foram utilizados para determinar a influência da adubação verde na microbiologia do solo. Avaliou-se a estrutura do solo através do DRES com notas melhores atribuídas a área em transição. O índice de dominância de plantas daninhas na área convencional foi maior que a área em transição. A área em transição obteve maior número de vagens por planta. A respiração basal do solo e o carbono da biomassa microbiana foram maiores na área em transição. A análise química do solo surpreendentemente apontou redução da matéria orgânica de forma mais acentuada na área em transição e houve importantes diferenças nas somas de bases, bem como fósforo lábil.

Palavras-chave: Agricultura orgânica, agroecologia, alelopatia, controle alternativo de mato, fitossociologia.

BÉGA, Vinádio Lucas. **The role of cover plants in fallow periods: Effects on weeds and soil microbiological and structure.** 2019. 49 pg. Dissertation presented to the graduate program in Agronomy – State University of Londrina, Londrina, 2019.

ABSTRACT

Production systems directly influence agricultural sustainability. Traditional managements used in grain production can increase dependence on the use of industrialized inputs and make the activity more expensive. Among the problems currently faced by farmers who are dedicated to grain cultivation stand out weeds that in some cases already demonstrate resistance to some herbicides, what is a serious problem since this is the main method of control used currently. Organic farmers in the Londrina region face problems to control weeds, resulting in some cases in the farmer's withdrawal to exercise this activity or output from the organic system, using prohibited inputs by the federal legislation for organic production. Considering this, the objective of this study was to evaluate during two harvests the population of weeds and microbial activity of the soil in two different production systems, with and without the use of green fertilizers. The experiment was conducted at the School Farm of the State University of Londrina during the years 2017 and 2018. It was evaluated the influence of the green fertilization in the population of weeds comparing the two areas with the help of samples at the end of the cultivation cycles, such samples gathered through a wooden frame of 0.5 x 0, 5m were at the end of the reading compared by randomization of two independent variables. The microbial biomass carbon determination method and soil basal respiration were used to determine the influence of green manure on soil microbiology. The soil structure was evaluated through DRES with better grades attributed to the area in transition. The weed dominance index in the conventional area was higher than the area in transition. The area in transition obtained the highest number of pods per plant. Basal soil respiration and carbon from microbial biomass were higher in the transition area. The chemical analysis of the soil surprisingly showed a reduction of organic matter more markedly in the area in transition and there were important differences in the sums of bases, as well as labile phosphorus.

Key words: Organic farming, agroecology, allelopathy, Alternative weed control, phytosociology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Área da fazenda escola - UEL utilizada no experimento.	20
Figura 2 – Precipitação de janeiro de 2017 a novembro de 2018, Estação meteorológica do IAPAR de Londrina, 2018	31
Figura 3 – Número médio de vagens de soja na safra 2017/2018. Área 1 (convencional), sem utilização de plantas de cobertura em sucessão ao trigo, área 2 (em transição) com utilização de plantas de cobertura (milheto, nabo-forrageiro e trigo mourisco).....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Interpretação da Avaliação da Estrutura do Solo (Es).	25
Tabela 2 – Abundância, frequência relativa e proporção de espécies das área convencional e transição. Avaliado em 13/04/2017. Londrina, Paraná, Brasil, 2017	26
Tabela 3 – Abundância, frequência relativa e proporção de espécies da área convencional e transição. Avaliação em 28/11/2017. Londrina, Paraná, Brasil, 2017	27
Tabela 4 – Abundância, frequência relativa e proporção de espécies da área convencional e transição. Avaliação em 01/02/2018. Londrina, Paraná, Brasil, 2018	29
Tabela 5 – Abundância, frequência relativa e proporção de espécies das área convencional e transição. Avaliação em 24/11/2018. Londrina, Paraná, Brasil, 2018	30
Tabela 6 – Média aritmética das variáveis microbiológicas do solo: RBS (Respiração Basal do Solo) (mgC-CO ₂ /kg solo/hora), BMS-C (Carbono da Biomassa Microbiana do Solo) (mgC/kg solo) e qCO ₂ (Quociente metabólico do solo) (mgC-CO ₂ /BMS/hora), obtidos de solos sob dois manejos de cobertura do solo, Londrina, Paraná, Brasil, 2017-18	34
Tabela 7 – Análises químicas de solo da área em transição e convencional . Londrina, Paraná, Brasil, 2017 – 2018	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQS	Análise Química do Solo
BMS-C	Carbono da Biomassa Microbiana
COT	Carbono Orgânico Total
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
DRES	Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES	Estrutura do Solo
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
FMA	Fungo Micorrízico Arbuscular
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
MIPD	Manejo Integrado de Plantas Daninhas
MO	Matéria Orgânica
MOS	Matéria Orgânica do Solo
qCO ₂	Quociente Metabólico do Solo
RBS	Respiração Basal do Solo
UEL	Universidade Estadual de Londrina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA	12
2.2 PLANTAS DANINHAS	12
2.2.2 RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS AOS HERBICIDAS	13
2.3 ADUBAÇÃO VERDE	14
2.4 MICRORGANISMOS DO SOLO	15
2.5 ESTRUTURA DO SOLO	17
2.6 ALELOPATIA	18
2.7 MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 PLANTAS DANINHAS	22
3.2 ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DA SOJA	22
3.3 MICROBIOLOGIA DO SOLO	23
3.4 ESTRUTURA DO SOLO	24
3.5 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 PLANTAS DANINHAS	26
4.2 ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DA SOJA	33
4.3 MICROBIOLOGIA DO SOLO	34
4.4 ESTRUTURA DO SOLO	36
4.4 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO	38
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção e o manejo do solo influenciam diretamente a sustentabilidade da atividade agrícola. Sistemas tradicionais de cultivo de grãos sem a utilização adequada da rotação de culturas e adubação verde podem aumentar a dependência do uso de insumos industrializados, impactando o custo de produção, além de prejudicar o ambiente com o uso excessivo de agrotóxicos. Por outro lado, sistemas agroecológicos priorizam manter ou aumentar níveis de produtividades com utilização de técnicas que são pouco dependentes de insumos industrializados podendo favorecer os agricultores em longo prazo.

Entre os principais problemas que os agricultores enfrentam atualmente para a produção de grãos destaca-se a resistência das plantas daninhas à ação dos herbicidas, fazendo com que quantidades maiores de agrotóxicos por área sejam utilizadas sem que haja a resposta esperada. A utilização de adubos verdes para ocupação do solo no inverno, pode ser alternativa para diminuir a infestação de plantas daninhas nos sistemas, sobretudo se utilizado misturas de sementes com mais de uma espécie de adubação verde. Skora Neto (2016) relatou reduções de 50% ao ano do número de sementes de plantas espontâneas nas áreas que adotam adubação verde como ferramenta no manejo das mesmas.

Além disto, as plantas de cobertura podem influenciar a comunidade de microrganismos do solo, sendo este outro importante aspecto para os sistemas agrícolas, atuando na ciclagem de matéria orgânica e nutrientes, assim como na fixação de nitrogênio e disponibilização de nutrientes pouco móveis como o fósforo (BADIANE et al., 2001). A utilização de adubos verdes com a adequada rotação de culturas pode aumentar a atividade microbiana e favorecer ou até recuperar a estrutura e a fertilidade do solo.

Na agricultura orgânica, os agricultores enfrentam problemas com altas infestações de plantas daninhas, fazendo com que em alguns casos abandonem seu modo de produção e adotem o uso de insumos proibidos pela legislação que rege a produção de orgânicos. Isso acarreta a perda de seus certificados e a possibilidade de renda maior que o diferencial de seus alimentos lhe garantiria no mercado. Sabendo desta realidade o objetivo deste trabalho foi avaliar ao longo de duas safras a população de plantas daninhas, atividade microbiana, estrutura física e química do solo em dois sistemas de cultivo, um apenas com sucessão de culturas e o segundo

adotando o uso de adubação verde entre safras. Dessa forma foi possível estabelecer formas de transições agroecológicas que suprimiram ou alteraram a população de plantas daninhas em áreas de produção de grãos, favoreceram a estrutura do solo e sua microfauna, facilitando a produção orgânica e também favorecendo os agricultores em sistemas convencionais de cultivo, uma vez que a utilização de adubos verdes contribui com a maior sustentabilidade dos sistemas agrícolas, principalmente em longo prazo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Para que haja ecologização das técnicas agronômicas deve-se haver uma maior integração entre agronomia, ecologia e sociologia, essa integração é necessária para gerarmos conhecimento relevantes (ZONIN, 2007). A ecologização pode ser descrita como um processo contínuo, dinâmico e multilinear que se adapta as localidades e as condições climáticas, sendo assim se adequa às características diversas do agroecossistema para intervir na sustentabilidade agrária do sistema ao longo do tempo (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Gliessman (2000) divide a transição interna de um sistema agrícola em 3 etapas. A primeira seria o uso racional de insumos ainda que químicos com o objetivo de diminuir os impactos e custos do sistema convencional; a segunda etapa é descrita como a mudança ou substituição de insumos (químicos por biológicos por exemplo) buscando redução nos impactos ambientais e maior equilíbrio do agroecossistema; já a terceira é redesenhado o sistema produtivo, sendo assim os sistemas ganham em complexidade, resiliência. Desta forma a meta neste último nível é atuar preventivamente evitando que problemas fitossanitários ou outros ocorram.

Podemos definir a transição agroecológica como um processo de transformação e mudanças nas formas de manejo e gestão dos sistemas agrícolas, sendo o objetivo principal a mudança dos sistemas convencionais a outras formas de produção que também integrem os princípios e tecnologias com base ecológica (CAPORAL; COSTABEBER, 2004)

2.2 PLANTAS DANINHAS

Plantas daninhas podem ser classificadas como vegetais anuais, bianuais ou perenes que se desenvolvem em local não desejado. A maioria das plantas daninhas que competem com as grandes culturas agrícolas são classificadas como espécies anuais, completando seu ciclo entre 60 e 140 dias (LORENZI, 2008). No Brasil, também são denominadas de: inço, plantas invasoras, mato, juquira e ervas daninhas (LORENZI, 2008). As plantas daninhas possuem grande agressividade competitiva, que consiste em uma maior eficiência para aproveitamento dos elementos disponíveis (água, luz, nutrientes) quando comparadas com as plantas cultivadas. Elas produzem, de forma geral, grande quantidade de sementes e são caracterizadas por sua facilidade de dispersão e longevidade no ambiente (LORENZI, 2008).

Em algumas culturas como a soja (*Glycine max* L. Merril) e o milho (*Zea mays*), a competição com as plantas daninhas pode gerar perdas significantes na produção de grãos. Duarte et al. (2002) observaram que a matocompetição reduziu em 51,4% a produção do milho. Além da redução na produção e rendimento, as plantas daninhas podem servir de hospedeiros de pragas e doenças, alterar a maturação de grãos, tornando-a desuniforme, baixar a qualidade dos grãos e também causar dificuldades na colheita. O controle consiste em diminuir o número de plantas daninhas por área ou suprimir seu crescimento. Os métodos de controle são preventivos, culturais, mecânicos, biológicos e químicos, sendo este o mais empregado por agricultores, por meio de herbicidas (VARGAS et al., 2006).

2.2.2 Resistência de Plantas Daninhas Aos Herbicidas

Por ser o principal método de controle de plantas daninhas e, muitas vezes, o único empregado pelos agricultores, aliado as tecnologias de transgenia, os herbicidas vem causando grande pressão de seleção na população de plantas daninhas, colaborando para a resistência destas aos herbicidas mais utilizados (UIZURRUN; LEADEN, 2012). O desenvolvimento de resistência em populações pode elevar os custos de produção das culturas. Por exemplo, a resistência de *amaranthus palmeri* S.Watson ao glifosato, nos Estados Unidos, pode elevar custos de produção

em até 475%, quando comparados com os custos anteriores à sua presença (SOSNOSKIE; CULPEPPER et al., 2014).

Holt e LeBaron (1990) caracterizaram resistência como a ineficácia da dose recomendada do produto para o controle de plantas daninhas. Por outro lado, Sawicki (1987) conceitua que a mutação genética em resposta à pressão de seleção imposta pelas doses recomendadas de herbicidas pode ser caracterizada como resistência quando consideramos a evolução.

A resistência também pode ser cruzada, quando esta confere à planta resistência a mais de um herbicida com o mesmo mecanismo de ação, e pode ser múltipla quando é resistente a diferentes modos de ação. O manejo integrado de plantas daninhas é uma importante estratégia para redução e prevenção destas resistências (GAZZIERO et al., 2015). No Brasil, existem atualmente 46 registros de resistência a herbicidas, destacando-se espécies resistentes ao glifosato (LANDGRAF, 2017).

O uso crescente de glifosato resultou em situações inicialmente imprevistas, como o surgimento de ervas daninhas resistentes ao glifosato e, crescente concentração de fósforo em bacia hidrográficas e paisagens agrícolas, especialmente onde os OGM são cultivados extensivamente (HÉBERT, 2019).

Coberturas verdes podem ter eficácia no controle de plantas daninhas, caracterizando assim uma estratégia para compor o manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) (MONQUERO et al., 2009). Entre as plantas para cobertura, podemos destacar os adubos verdes para utilização no MIPD.

2.3 ADUBAÇÃO VERDE

A utilização de adubação verde é uma prática de manejo que acompanha a tendência mundial de buscar a produção de alimentos mais saudáveis e com minimização dos impactos ambientais. Tem a finalidade de manter ou até mesmo restaurar teores de matéria orgânica e tornar disponíveis nutrientes necessários às plantas, possibilitando a redução da quantidade de adubos químicos sintéticos (BUZINARO et al., 2009, DU et al., 2015), reduzindo os custos de produção. A utilização de adubos verdes adiciona substâncias orgânicas ao solo, biomassa de

origem radicular e da parte aérea, e substâncias mais complexas como os fitormônios e aminoácidos (DELARMELINDA et al., 2010).

Calegari et al., (1993) definem adubação verde como prática de agricultura conservacionista na qual algumas espécies são cultivadas sendo posteriormente incorporadas ou mantidas sobre o solo, com função de manter ou incrementar a fertilidade do mesmo.

Alguns manejos empregados atualmente na agricultura, sobretudo os que se utilizam de intensa atividade de máquinas e implementos, podem ocasionar aumento da resistência do solo a penetração do sistema radicular das plantas, diminuição da infiltração hídrica e sucessivamente degradação por erosão. Técnicas agronômicas que colaboram para melhor sustentabilidade da atividade agrícola são necessárias para obtenção de solos férteis com manutenção ou incremento da biota que nele atua. Sendo assim, a utilização de adubação verde pode ser uma alternativa para incremento de microrganismos benéficos do solo que ameniza efeitos de compactação e reduz sua resistência a penetração (MINATEL et al., 2006).

Resíduos de plantas de adubação verde promovem formação de agregados e ativam subsequente ação físico-química do carbono orgânico. Combinar preparo reduzido do solo com a adubação verde pode aumentar o carbono orgânico total em até 14% em apenas 4 anos na camada superficial (0-5 cm) (GARCIA-FRANCO et al., 2015).

Nos sistemas de produção orgânicos, o uso de herbicidas químicos é proibido e o controle de plantas daninhas é um desafio, sobretudo na produção de grãos. O uso de plantas de cobertura é uma das alternativas para estes sistemas, pois, além de proteger o solo contra erosão, proporcionar maior retenção de água, melhorar atributos físicos, o uso de plantas de cobertura reduz a quantidade de plantas daninhas (MENEZES, 2010).

Os sistemas orgânicos que envolvem produção de cobertura vegetal em semeadura direta tendem a aumentar a eficiência energética do sistema agrícola e reduzir os gases geradores do efeito estufa. Em longo prazo, também podem ser economicamente mais viáveis que os sistemas orgânicos de plantio que utilizam revolvimento de solo para controle de plantas daninhas (MIRSKY et al., 2012).

2.4 MICRORGANISMOS DO SOLO

Os microrganismos do solo sofrem interferência das práticas de manejo agrícola e do clima. São considerados fundamentais aos ecossistemas, por atuarem na decomposição de matéria orgânica e na consequente ciclagem dos nutrientes, alteram as características químicas e físicas do solo, desta forma influenciando diretamente a fertilidade (FREY et al., 1999). Também degradam substâncias nocivas como poluentes e podem suprimir organismos fitopatogênicos (DORA; ZEISS, 2000).

A biomassa microbiana é maior em solos com vegetação nativa ou com cultivo mínimo, em solos argilosos. E é geralmente baixa em solos arenosos, cultivados intensivamente, degradados por erosão, contaminados por metais pesados ou substâncias tóxicas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). Normalmente é relacionada à quantidade de carbono orgânico (DE NOBILI et al., 2006).

O uso do plantio direto proporciona menor perda de carbono via respiração e assim maior biomassa microbiana, podendo auxiliar acúmulo de carbono no solo ao longo do tempo. Sendo assim, as atividades microbiológicas são indicadores de alteração das características do solo em função do seu manejo (BALOTA et al., 1998). Pode-se utilizar a atividade microbiana associada à biomassa e teor de carbono orgânico para índice de comparação da qualidade dos solos com diferentes características de manejo (MELERO et al., 2006; NOGUEIRA et al., 2006; BDIANE et al., 2001; BALOTA et al., 1998).

As características microbiológicas em complemento às físicas e químicas do solo auxiliam a interpretar se determinado manejo agrícola ou prática de recuperação de solo tende a ser sustentável com o tempo (NOGUEIRA et al., 2006).

Os fungos micorrízicos são outro importante grupo microbiano que atuam na reciclagem e disponibilização de nutrientes. A utilização de leguminosas como adubação verde pode favorecer a atividade micorrízica e aumentar fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na região de cultivo e também em áreas adjacentes. Cultivos prolongados de monoculturas diminuem este inóculo e a diversidade de espécies destes FMAs, selecionando, na maioria das vezes, espécies mais adaptadas aos agroecossistemas, porém de eficácia simbiote menor (COLLOZZI-FILHO; CARDOSO, 2000).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é realizada por bactérias definidas como diazotróficas, que catalisam e convertem nitrogênio da atmosfera (N_2)

em amônia (NH₃), forma prontamente disponível para os vegetais. Além disso, a simbiose das bactérias diazotróficas com as plantas traz benefícios como indução do crescimento por fitormônios, promoção de resistência ao ataque de patógenos e possibilita a redução da utilização de fertilizantes nitrogenados (CARDOSO et al., 2007; HUNGRIA et al., 2006). O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de grãos, sendo o segundo maior de soja. Neste contexto, algumas estimativas apontam que 69 a 94% do nitrogênio necessário à produção desta leguminosa seja fornecido pela FBN, podendo chegar ao aporte de 300kg de N ha⁻¹ (HUNGRIA et al., 2006).

Plantas da família Fabaceae são conhecidas por possuírem relação simbiótica com bactérias fixadoras de N. Neste contexto, a utilização de plantas de cobertura desta família promove incorporação de nitrogênio em solos de até 581 kg/ha/ano com cultivo de leucena (*Leucaena leucocephala* L.) (GUEVARA et al., 1978). Outras plantas como feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), feijão guandú (*Cajanus cajan* L.) e mucuna preta (*Mucuna aterrima* Piper) podem acumular mais de 200 kg de N em seus tecidos (RIBEIRO JR; RAMOS, 2006)

Grande parte das plantas de coberturas pode realizar simbiose com microrganismos para fornecimento de nutrientes. *Crotalaria oroleuca* G. Don, feijão guandú, girassol (*Helianthus annuus* L.), milheto (*Pennisetum americanum* Leeke) e mucuna cinza (*Mucuna cinereum* L.) obtiveram colonização radicular de FMA na ordem de 49, 52, 60, 51, 49 e 49%, respectivamente, para condições de Cerrado (MIRANDA et al., 2001). Por outro lado, não foi observada colonização de FMA em nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) neste estudo.

2.5 ESTRUTURA DO SOLO

A estrutura do solo limita, suporta ou permite o desenvolvimento dos vegetais. Tem influência direta no movimento ou retenção de água, bem como a reciclagem de nutrientes, penetração de raízes, erosão, espelhamento do solo e, portanto, no desenvolvimento das plantas. O formato, a dimensão, arranjo das partículas sólidas e vazios formam o que chamamos de estrutura do solo, assim como a capacidade de reter e transmitir substâncias e líquidos (BRONICK; LAL, 2005).

São diversas as variáveis e as forças das ligações que estabilizam as partículas únicas agregadas em estruturas, que variam de tamanho, tipo e grau de

desenvolvimento. Entre outras, podemos apontar e quantificar a fração de argila e sua natureza; os cátions adsorvidos nesta fração; presença ou ausência de sais; diversos fatores bióticos que atuam na formação de matéria orgânica e ainda compositores inorgânicos de aglomeração (ARCA; WEED, 1965).

A fertilidade do solo depende de uma rede ideal de poros, com diferentes diâmetros e tamanhos que de forma direta influencia a produtividade agrícola. A drenagem, disponibilidade de água para as plantas, translocação de nutrientes, penetração de raízes, aeração e temperatura dependem da porosidade do solo (REZENDE, 1997). A característica física do solo é relacionada com seus espaços porosos, dimensão e distribuição destes no perfil e sua continuidade no tempo (BRAIDA et al., 2011).

Sendo assim, toda porção de solo é formada por agregados ou porções unitárias e espaços vazios entre estes, os denominados poros. Em 1964, Brewer conceituou estrutura como a forma física de porção de solo que é caracterizada pela sua dimensão, formato e disposição das partículas de solo e seus espaços vazios, sendo parte desta estrutura as partículas primárias bem como os agregados.

O uso de rotação de culturas com utilização de plantas para adubação verde e cobertura favorecem fisicamente a estrutura do solo. Com essa prática, formam-se poros de diversas dimensões além de favorecer a estabilidade estrutural, melhorando a qualidade do solo. A utilização da rotação de culturas proporciona que a qualidade física se mantenha ao longo dos ciclos (TORMENA et al., 2008).

A utilização agrícola a longo prazo de solos tropicais, potencializado por revolvimento de solo e incorporação da palhada, ajudam a degradar a matéria orgânica do solo (MOS) e consequência disto destrói a bioestrutura do solo. A utilização de sistemas agrícolas conservacionistas como o sistema de plantio direto com utilização de plantas de cobertura favorecem os atributos físicos, bem como químicos e biológicos do solo, a longo prazo também mantém-se ou incrementa-se a MOS (ROQUIM, 2010).

2.6 ALELOPATIA

Ao analisar efeitos de adubação verde ou cobertura vegetal sobre

plantas daninhas deve-se levar em consideração aspectos físicos, químicos e biológicos com suas interações (PITELLI; PITELLI, 2004).

Observando os efeitos químicos, pode-se verificar influência alelopática nas plantas daninhas. Alelopatia pode ser definida como a interação de um organismo com outros, que inibe ou estimula o seu desenvolvimento através da liberação de exsudatos químicos no ambiente (RICE, 1984).

Diversos vegetais sintetizam metabólitos secundários, que em primeira análise aparenta não estar relacionada a fisiologia da planta. Estes metabólitos são armazenados ou acumulam-se nos tecidos vegetais e com função ecológica importante (RICE, 1974). Estas substâncias podem ser liberadas no ambiente através de processos que envolvam volatilização, liberação pelas raízes, lixiviação e a partir da decomposição dos resíduos vegetais (DURINGAN; ALMEIDA, 1993).

Ao analisar os efeitos sobre as plantas daninhas, a ação alelopática, que pode ser durante o desenvolvimento vegetativo ou processo de decomposição, constitui a inibição no desenvolvimento de outras espécies (OVERLAND, 1966). Já nas situações de campo, existe dificuldade em diferenciar se os efeitos que uma planta exerce sobre outro deve-se à alelopatia ou a competição que existe no sistema agrícola (FUERST; PUTNAN, 1983).

Têm-se utilizado substâncias resultantes do metabolismo secundário das plantas utilizadas como adubação verde com finalidade de reduzir a população de plantas daninhas, objetivando uma maneira mais sustentável de controle. É possível observar reduções de 15 a 20% na germinação de capim amargoso com a palhada de trigo exemplificando (CONCENGO et al., 2018). A adubação verde produz abundante quantidade de biomassa com nutrientes (NASCIMENTO et al., 2016) além dos efeitos na supressão das plantas competidoras.

2.7 MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS

Ao estudar diferentes opções de cultivos para utilização como adubação verde, devemos considerar que as plantas apresentarão diferentes potenciais de redução das plantas daninhas conforme destacam Monqueiro et al. (2009). A redução de até 91, 96 e 59% na população de *Brachiaria plantaginea*, *Sida rhobifolia* e *Bidens pilosa* mostra como o milheto (*P. glaucum*) e sua cobertura vegetal

pode ser aliada no controle de plantas daninhas (TREZZI; VIDAL, 2004).

Outra importante planta que pode ser citada como integrante de um sistema de adubação verde que possui efeitos interessantes para o controle de plantas daninhas é a aveia preta (*Avena strigosa*). Sua alelopatia através de substâncias químicas secretadas inibem a germinação de sementes (PITOL, 1986).

Cobertura morta inibe a germinação das sementes e conseqüentemente a infestação de algumas plantas daninhas através do sombreamento do solo. Esse efeito pode variar conforme a disposição dessa cobertura no solo, sua quantidade e a origem dessa cobertura (ALMEIDA, 1988).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina (23°20'30.4"S; 51°12'34.6"W) em Latossolo Vermelho distroférico. A área escolhida é utilizada há oito anos para experimentos agroecológicos com soja e diversas hortaliças, além de períodos de pousio.

Histórico da área:

Antes do experimento: No ano de 2016, cultivou-se *Crotalaria juncea* L. como planta de cobertura. Em seguida, foram instalados experimentos com diferentes adubações verdes com microorganismos inoculantes e, no verão de 2016/2017 a cultura da soja foi implantada.

Para o presente trabalho, a área foi dividida em duas, de mesma dimensões 1000m² (Figura 1). As duas áreas constituem os tratamentos do presente estudo. Uma das áreas recebeu condução de acordo com o manejo adotado pelos produtores regionalmente, sendo denominada “convencional”. Na outra, utilizou-se manejo focado na ocupação e manutenção de cultivos na área durante todo o ano, não deixando “janelas” nas quais as infestantes pudessem se desenvolver e produzir sementes. Esta área recebeu a denominação de “transição”, representando a transição para sistema orgânico de produção.

Figura 1 – Área da fazenda escola - UEL utilizada no experimento.



Fonte: Google Earth (2018).

Em 2017 o manejo das áreas avaliadas foram:

Convencional: após o último cultivo padronizado nas duas áreas com soja, a área 1 recebeu cultivo de trigo após um período de pousio, variedade toruk, semeado em 30/04/2017 após dessecação por herbicida Glifosato (Roundup®) na dosagem de 5 L/ha. Foram utilizados 100 kg de semente /ha com espaçamento de 0,20 m. entre linhas de plantio. Após a emergência foi pulverizou-se o herbicida Sulfoniluréia (Ally®) na dosagem de 4g/ha. O trigo foi colhido com colhedeira mecânica em 17/09/2017. Posteriormente na safra primavera/verão realizou-se o cultivo da soja variedade Potência® em espaçamento de 0,45 cm. entre linhas com 10 plantas por metro na linha adubadas com NPK 0-18-18 250 kg/ha, após dessecação com herbicida Glifosato 5 L/ha, a semeadura se deu em 05/10/2017 e a colheita em 26/01/2018.

Transição: Após dessecação pré-plantio com Glifosato 5 L/ha, implantou-se adubação verde com um ciclo de aveia preta (20 kg/ha) semeada em 30/04/2017. Em pós emergência, utilizou-se o herbicida Ally sulfoniluréia (4 g/ha) concomitante ao manejo realizado com o herbicida na área 1. Posteriormente adensou-se a esta aveia o nabo forrageiro (15 kg/ha), milho (10 kg/ha) e trigo mourisco (50 kg/ha) aos quais foram semeados a lanço em 02/08/2017 sem adição adubos. No período de florescimento das plantas de cobertura realizou-se o manejo

utilizando-se rolo faca e no mesmo dia semeou-se a soja, cv. Potência, em 05/10/2017.

2018:

Convencional: após a colheita da soja em 26/01/2018 foi semeado milho híbrido Riber 9006 utilizando-se NPK 10-15-15 200kg/ha. Após dessecação por Glifosato em dose de 5 L/ha. Não foi utilizado herbicida pós emergente na área. O milho não foi colhido devido à baixa produção e acamamento. Antes do plantio de soja, os restos vegetais do milho foram manejados com grade leve superficial com mínimo revolvimento de solo. O uso da grade foi necessário para possibilitar o plantio de soja em 23/10/2018, após dessecação com o herbicida glifosato, na dose padrão (5 L/ha). A semeadura se deu com espaçamento de 0,45 cm e 12 plantas por metro, utilizou-se o adubo NPK 02-20-18 e variedade M6410lpro. A área recebeu dessecação de pós emergência 21/11/2018 utilizando-se o Glifosato.

Transição: Após o cultivo da soja colhida em 26/01/2018 foi semeado um consórcio de aveia preta (20 kg/ha), nabo forrageiro (15 kg/ha) e milheto (10 kg/ha) também após dessecação. O plantio das plantas de cobertura se deu após o cultivo da soja colhida em 26/01/2018. Foram realizados dois ciclos das plantas de cobertura. Ao final do segundo ciclo a área foi novamente dessecada com utilização do herbicida Glifosato. A soja foi semeada também em 23/10/2018, utilizando-se a mesma variedade, dose de adubo e manejo com o herbicida que na área convencional.

Durante o transcorrer dos cultivos, foram feitas avaliações com o propósito de verificar o desenvolvimento de plantas daninhas e também aspectos da qualidade do solo nas duas áreas. As avaliações realizadas foram:

3.1 PLANTAS DANINHAS

Utilizou-se a moldura de um quadrado de madeira (0,5 x 0,5m) lançado aleatoriamente para amostrar as plantas daninhas. Contou-se todas as plantas internamente à moldura do quadrado. Também foram identificadas as espécies no quadro. Foram realizadas 15 amostras de cada área por data de avaliação. Para a comparação da população de plantas daninhas das áreas foi calculado a Abundância, Frequência relativa, Proporção de espécies, Índice de

dominância, índice de diversidade de Simpson e a Riqueza de espécies de cada uma das áreas.

3.2. ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE

Para avaliar a produção da soja safra 2017/2018 escolheu-se fazer a contagem de vagens de 20 plantas em cada uma das áreas conduzidas. A escolha das plantas se deu aleatoriamente eliminando as bordas dos cultivos e evitando-se coleta de plantas na mesma linha de plantio.

As plantas foram retiradas da área de cultivo previamente a colheita e levadas ao laboratório para contagem das vagens. Após a contagem as médias foram calculadas e submetidas a ANOVA e os pressupostos sendo atendidos foi utilizado o teste de tukey a 5% para a separação dos resultados.

3.3. MICROBIOLOGIA DO SOLO

Utilizou-se o método de determinação do carbono da biomassa microbiana do solo descrito por Silva et al., (2007). Foram coletadas cinco amostras de cada área e posteriormente homogeneizadas para criação de uma amostra representativa composta, para cada área. Após coleta, o solo será peneirado em malha de 2 mm para retirada de impurezas, restos vegetais e animais.

Depois de peneiradas, dividiu-se as amostras em porções menores (50g), alocamos em placas de Petri esterilizadas com 20ml de água destilada e armazenou-se em câmaras escuras ($28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) por uma semana para que os microrganismos voltem a atividade (GONÇALVES, 2002). Depois deste período de incubação, a biomassa microbiana de carbono do solo foi determinada utilizando-se o método de fumigação – extração. Subamostras de 20 g. foram fumigadas utilizando-se 1ml de clorofórmio isento de etanol que é adicionado diretamente no material e mantido 24h entre 25 e 28°C em um dissecador sem luz. Então removeu-se o clorofórmio com auxílio de exaustor e as amostras foram extraídas utilizando sulfato de potássio 0,5 M (1:4) durante 30 minutos em centrífuga a 220 rotações por minuto. O carbono orgânico neste filtrado foi titulado e determinado com sulfato ferroso amoniacal 0,033 M acidificado e digerido com dicromato de potássio 0,066 M. O

carbono é calculado utilizando a fórmula: $C_{mic} = EC/KE$; onde obtêm-se a diferença do solo fumigado e o solo orgânico não fumigado.

Determinou-se a respiração basal do solo (RBS) através da quantificação de CO_2 liberado pela respiração microbiana (SILVA et al., 2007). Adicionou-se água destilada e esterilizada (20ml) em subamostras do solo (50g) e incubou-se por 7 dias em temperatura de 25 a 28°C em dissecador no escuro, onde previamente foi colocado um balão com 10ml de NaOH 1M com intuito de capturar o CO_2 liberado. Posteriormente a titulação foi realizada com HCl 0,5M após precipitar a amostra com 2ml de $BaCl_2$ adicionando-se indicador de fenolftaleína diluído em etanol (1% V/V). Após os procedimentos a respiração foi calculada dividindo RBS por C_1 .

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições. As médias foram submetidas ao homocedasticidade e normalidade, para verificar os pré-supostos. Após, foram realizadas análises de variância e as médias separadas através do teste de tukey a 5%.

3.4. ESTRUTURA DO SOLO

Para avaliação da estrutura do solo foi realizado no começo do estudo o método descrito como Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES) (RALISCH et al., 2017; NUNES, 2017). O DRES foi utilizado no início do experimento e novamente executado ao final do período proposto.

Esta avaliação foi realizada por meio da utilização de pá reta para retirada de um bloco de solo com dimensão de 0,20 x 0,10 x 0,25 m inserindo-a em uma pequena trincheira. A amostra segue cuidadosamente para uma bandeja plástica com uma fita métrica para dimensionamento da amostra, onde é manuseada, separada e classificada através dos tamanhos dos torrões, indícios de compactação, raízes presentes ou ausentes e sinais de presença de micro ou macrofauna na amostra. Uma nota é atribuída e a média calculada neste caso a partir de 5 amostras realizadas aleatoriamente na área sendo assim qualificado o solo. A nota varia entre 1 e 6, sendo a maior nota atribuída para boa qualidade estrutura, semelhante a solo nativo; a menor expressa pior qualidade estrutural necessitando adequação do manejo para melhoria dessa estrutura (RALISCH et al., 2017).

O tamanho dos agregados, porosidade a olho nu, angulos de ruptura destes agregados, resistência a quebra e limitação do desenvolvimento das raízes

são os critérios levados em consideração para a determinação da qualidade e atribuição das notas para a estrutura do solo .

A nota 6 é utilizada ao se deparar com agregados entre 1 e 4 cm na amostra e notas 5 e 4 é atribuída a amostras sem aparente compactação, porém com frequência menos de agregados com tamanho ideal. Já a nota 1 é aplicada quando os agregados são maiores que 7 cm ou a terra muito fina (abaixo de 1 cm), com a notas 2 e 3 sendo atribuídas com amostras com indícios de compactação, com menores frequências de agregados indesejados.

Para a a avaliação da estrutura do solo o DRES propõe uma tabela de interpretação por meio da Estrutura do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Interpretação da Avaliação da Estrutura do Solo (Es).

Es	Qualidade estrutural	Recomendação
5,0-6,0	Excelente	Manter o manejo realizado.
4,0-4,9	Muito boa	Verificar e monitorar a qualidade da adoção de sistemas conservacionistas, avaliar e intensificar a rotação de culturas e o aporte de matéria orgânica.
3,0-3,9	Boa	Melhorar a qualidade de sistemas conservacionistas, adoção de rotação de culturas e minimizar revolvimento do solo (se realizado), além de realizar controle de tráfego.
2,0-2,9	Ruim	Realizar avaliações complementares na área para identificação de problemas e medidas a serem seguidas para melhoria da qualidade estrutural. Focalizar a recuperação do solo por meio do uso de plantas. Adotar manejo conservacionista.
1,0-1,9	Péssima	Realizar avaliações complementares na área para identificação de problemas e medidas a serem seguidas para melhoria da qualidade estrutural. Focalizar a recuperação do solo por meio do uso de plantas. Adotar manejo conservacionista.

Fonte: NUNES, 2017.

3.5 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

As coletas de solo para análise química foram na profundidade de 0 a 0,20m de profundidade, após coletadas foram secas ao ar, trituradas e peneiradas em malha de 2 mm de diâmetro de terra fina seca ao ar (TFSA). Foram determinadas as quantidades de H+AL, AL, Carbono total, Ca, K, Matéria Orgânica (M.O), Mg, P e ph em água.

As interpretações em tabela se deram a partir do Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná (PAVINATO, 2017) para todos elementos, matéria orgânica e ph. A interpretação da saturação de bases, bem como as proporções de Ca, Mg e K, foram baseadas no trabalho The Albrecht Papers: foundation concepts (ALBRECHT, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PLANTAS DANINHAS

Nesta primeira avaliação (Tabela 2), na área convencional é possível identificar que as plantas mais presentes na área foram o Rubim (*Leonurus sibiricus* L.), o Capim amargoso (*Digitaria insularis* L.) e a Nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.). Já a em transição teve maior população de Nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), Rubim; Trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e Losna Branca (*Artemisia absinthium*) com mesmas densidades.

Tabela 2 – Abundância, frequência relativa e proporção de espécies das área convencional e transição. Avaliado em 13/04/2017. Londrina, Paraná, Brasil, 2017.

Espécies	Área convencional			Área transição		
	Abundância	Frequência relativa	Proporção de espécies	Abundância	Frequência relativa	Proporção de espécies
<i>Amaranthus viridis</i>	1	0,38911	0,00002	2	1,12360	0,00013
<i>Artemisia absinthium</i>	13	5,05837	0,00256	22	12,35955	0,01528
<i>Commelina benghalensis</i>	10	3,89105	0,00151	22	12,35955	0,01528
<i>Digitaria insularis</i>	93	36,18677	0,13095	15	8,42697	0,00710
<i>Glycine max</i>	1	0,38911	0,00002	0	0	0
<i>Ipomea purpurea</i>	2	0,77821	0,00006	0	0	0
<i>Leonurus sibiricus</i>	103	40,07782	0,16062	28	15,73034	0,02474
<i>Phyllanthus niruri</i>	0	0	0	5	2,80899	0,00079
<i>Raphanus raphanistrum</i>	7	2,72374	0,00074	84	47,19101	0,22270
<i>Raphanus sativus</i>	27	10,50584	0,01104	0	0	0
Índice de dominância	0,30751			0,28601		
Índice de diversidade de Simpson	0,69249			0,71399		
Riqueza	9			7		

Fonte: O próprio autor, 2019.

Na área convencional tivemos o índice de dominância de 0,30751, portando o índice de diversidade de Simpson foi de 0,69249 enquanto a riqueza de espécies foi 9.

Já a área em transição apresentou o índice de dominância de 0,28601 e índice de diversidade de Simpson 0,71399. A área obteve a riqueza de 7 espécies.

Até então não havia diferenciação entre os manejos adotados nas áreas porém houve diferença populacional entre a Abundância e frequência das

plantas daninhas nas área. Isto pode ser explicado em parte pelas áreas adjacentes ao experimento que apresentavam período de pousio e vegetações diferentes.

A presença de Nabo forrageiro na área em transição pode ser explicada em parte pela sua utilização anterior ao experimento como planta de rotação ou adubação verde.

Na segunda avaliação (Tabela 3), na área convencional, a densidade do milho (*Pennisetum glaucum* L.) capim amargoso e nabiça foram maiores. A área de transição apresentou como maiores populações a nabiça, o trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e o milho.

Tabela 3 - Abundância, frequência relativa e proporção de espécies da área convencional e transição. Avaliação em 28/11/2017. Londrina, Paraná, Brasil, 2017.

Espécies	Área convencional			Área transição		
	Abundância	Frequência relativa	Proporção de espécies	Abundância	Frequência relativa	Proporção de espécies
<i>Avena sativa</i>	0	0	0	18	8,25688	0,00682
<i>Brachiaria decumbens</i>	4	2,94118	0,00087	0	0	0
<i>Commelina benghalensis</i>	4	2,94118	0,00087	4	1,83486	0,00034
<i>Digitaria insularis</i>	33	24,26471	0,05888	0	0	0
<i>Eleusine indica</i>	1	0,73529	0,00005	0	0	0
<i>Fagopyrum esculentum</i>	0	0	0	63	28,89908	0,08352
<i>Hypochaeris radicata</i>	0	0	0	1	0,45872	0,00002
<i>Ipomea purpurea</i>	1	0,73529	0,00005	0	0	0
<i>Pennisetum glaucum</i>	45	33,08823	0,10948	34	15,59633	0,02432
<i>Phyllanthus niruri</i>	5	3,67647	0,00135	0	0	0
<i>Pterogyne nitens</i>	0	0	0	2	0,91743	0,00008
<i>Raphanus raphanistrum</i>	21	15,44118	0,02384	92	42,20183	0,17810
<i>Raphanus sativus</i>	5	3,67647	0,00135	0	0	0
<i>Solanum americanum</i>	0	0	0	4	1,83486	0,00034
<i>Triticum spp.</i>	17	12,50000	0,015625	0	0	0
Índice de dominância	0,21237			0,29354		
Índice de diversidade de Simpson	0,78763			0,70646		
Riqueza	10			8		

Fonte:O próprio autor, 2019.

O índice de dominância e índice de diversidade de Simpson na área convencional foram de 0,21237 e 0,78763, respectivamente, a riqueza de espécies ficou em 10.

Já a área em transição obteve o valor de 0,29354 e 0,70646 para os índices de dominância e diversidade de Simpson, respectivamente. A riqueza desta área foi de 8 espécies.

A área em transição recebeu em 2017 após a safra 2016/2017 de soja um plantio em consórcio de aveia preta, nabo forrageiro, milho e trigo mourisco. Este manejo reflete no aparecimento destas plantas na avaliação de abundância e frequência. Destaca-se a diferenciação entre as áreas ao comparar-se abundância de capim amargoso. Enquanto a área convencional apresentou 33 de abundância para a planta, a área em transição apresentou 0.

Neste contexto também é importante compararmos a avaliação de 28/11/2017 com a de 13/04/2017. A área convencional na primeira avaliação apontava abundância de 93 plantas de capim amargoso, já nesta segunda 33, e na área em transição abundância de 15 na primeira avaliação e 0 na segunda.

GAZZIEIRO et al. (2012) observaram que palhada de trigo igual ou superior a 4 toneladas por hectare pode ser um componente importante de manejo integrado em áreas infestadas com capim amargoso, reduzindo sua emergência posteriormente o cultivo, semelhante ao resultado obtido neste trabalho na área convencional.

A menor infestação de plantas daninhas em sistemas de plantio direto com adoção de adubação verde é recorrente em trabalhos científicos, e é notável principalmente nos finais dos ciclos e período de pós colheita (FLECK et al., 1984; SKÓRA NETO, 1993), destacando assim a redução do capim amargoso na área em transição.

Na terceira avaliação (Tabela 4), a área convencional obteve maior densidade de Capim amargoso, Nabo e Soja (*Glycine max* L. Merrill). As maiores densidades na área em transição foram observadas no Nabo Forrageiro, Capim amargoso e Soja.

Tabela 4 - Abundância, frequência relativa e proporção de espécies da área convencional e transição. Avaliação em 01/02/2018. Londrina, Paraná, Brasil, 2018.

continua

Espécies	Área convencional			Área transição		
	Abundância	Frequência relativa	Proporção de espécies	Abundância	Frequência relativa	Proporção de espécies
<i>Brachiaria decumbens</i>	3	2,7522	0,00076	6	4,54545	0,00207
<i>Commelina benghalensis</i>	5	4,5871	0,00210	2	1,51515	0,00023
<i>Digitaria insularis</i>	49	44,9541	0,20209	27	20	0,08614
<i>Glycine max</i>	14	12,8440	0,01649	17	12,87879	0,01659
<i>Phyllanthus niruri</i>	1	0,9174	0,00008	0	0	0
<i>Raphanus raphanistrum</i>	25	22,9357	0,05260	12	9,09091	0,00826
<i>Raphanus sativus</i>	5	4,5871	0,00210	57	43,18182	0,18647
<i>Rumex acetosella</i>	0	0	0	7	5,30303	0,00281
<i>Sapium glandulosum</i>	2	1,8348	0,00034	0	0	0
<i>Sida rhombifolia</i>	1	0,9174	0,00008	2	1,51515	0,00023
Índice de dominância	0,27666			0,25849		
Índice de diversidade de Simpson	0,72334			0,74151		
Riqueza	9			8		

Fonte: O próprio autor, 2019.

A área convencional obteve o índice de dominância de 0,27666 sendo o índice de Simpson 0,72334. Sua riqueza nesta avaliação foram 9 espécies.

Em contrapartida a área em transição obteve 0,25849 para o índice de dominância e 0,74151 para o índice de diversidade de Simpson. A riqueza de espécies da área foram 8.

A presença do nabo forrageiro e da soja se deu por plantas tigueras, ou seja, plantas que ou no momento da colheita ou anteriores ao manejo lançaram suas sementes ao solo, dando origem a novas plantas.

Na quarta e última avaliação (tabela 5), a área convencional apresentou a maior densidade de capim amargoso, nabiça e losna branca. Já a área em transição teve sua maior densidade com o nabo forrageiro, em sequência capim amargoso e losna branca.

Tabela 5 - Abundância, frequência relativa e proporção de espécies das área convencional e transição. Avaliação em 24/11/2018. Londrina, Paraná, Brasil, 2018.

Espécies	Área convencional			Área transição		
	Abundância	Frequência relativa	Proporção de espécies	Abundância	Frequência relativa	Proporção de espécies
<i>Amaranthus viridis</i>	0	0	0	1	0,97087	0,00475
<i>Artemisia absinthium</i>	6	6,89655	0,005	5	4,85437	0,02378
<i>Brachiaria decumbens</i>	4	4,59770	0,00211	0	0	0
<i>Commelina benghalensis</i>	3	3,44828	0,00119	5	4,85437	0,00236
<i>Digitaria insularis</i>	52	59,77011	0,35725	30	29	0,09514
<i>Leonurus sibiricus</i>	4	4,59770	0	3	3	0,00226
<i>Raphanus raphanistrum</i>	14	16,09195	0,02590	7	6,79612	0,00462
<i>Raphanus sativus</i>	2	2,29885	0,00053	49	47,57282	0,22632
<i>Rumex acetosella</i>	0	0	0	1	0,97087	0,00009
<i>Solanum americanum</i>	1	1,14943	0,00013	1	0,97087	0,00009
<i>Sonchus oleraceus</i>	1	1,14943	0,00013	1	0,97087	0,00009
Índice de dominância	0,39411			0,32171		
Índice de diversidade de Simpson	0,60589			0,67829		
Riqueza	9			10		

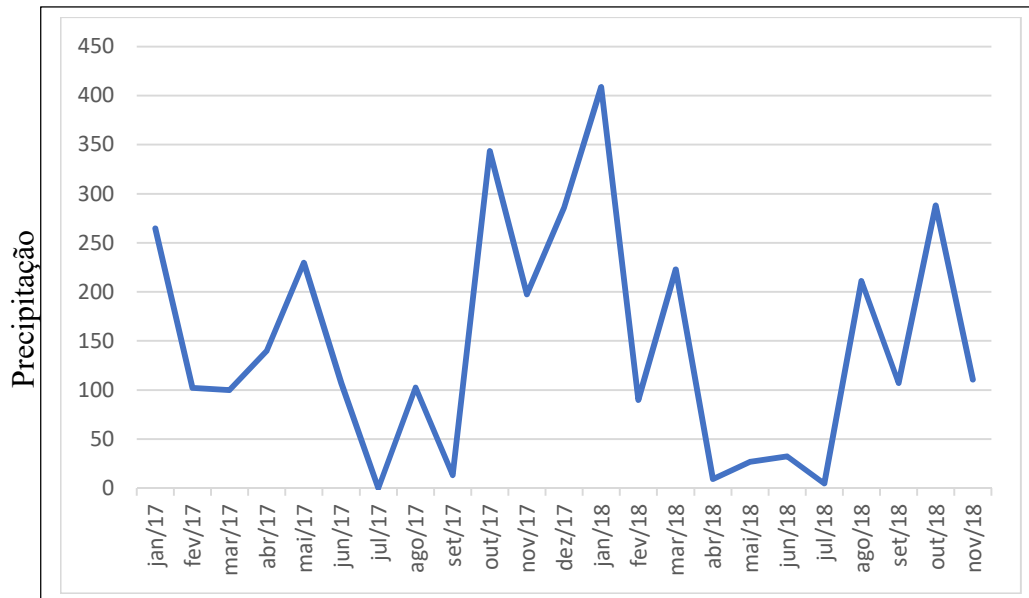
Fonte: O próprio autor, 2019.

Nesta última avaliação obteve-se o índice de dominância de 0,39411 e o índice de diversidade de Simpson foi de 0,60589 na área convencional. Nesta área observou-se a riqueza de nove espécies.

A área em transição por sua vez obteve o índice de dominância de 0,32171 e o índice de diversidade de Simpson por sua vez foi 0,67829. A riqueza de espécies da área em transição foram dez espécies.

As precipitações registradas durante o experimento são apresentadas na figura 2.

Figura 2 - Precipitação de janeiro de 2017 a novembro de 2018, Estação meteorológica do IAPAR de Londrina, 2018.



Fonte: IAPAR (2018).

Observa-se que entre os meses de abril e julho de 2018, verificam-se médias muito abaixo do registrado historicamente para a região de Londrina (IAPAR, 2018). Esta baixa incidência de chuvas pode ter influenciado diretamente o desenvolvimento e produção de matéria seca pelas plantas de cobertura e também sobre as culturas comerciais.

As condições climáticas e sobretudo a distribuição pluvial exercem relação direta com o desenvolvimento das plantas e seu estabelecimento (ESPINDOLA et al., 1997).

Também é importante destacar que áreas adjuntas ao experimento ficaram em pousio durante o período de condução do experimento, sendo assim algumas plantas espontâneas conseguiam completar seu ciclo nestes locais e espalhar sementes para as áreas em avaliação. É o caso, por exemplo, do capim amargoso.

Uma das estratégias como controle preventivo de plantas daninhas é justamente a manutenção de áreas vizinhas e margens de carregadores sem a ocorrência das mesmas, fazendo controle nestas áreas e evitando disseminação de sementes destas plantas (FERREIRA et al., 2006).

Ao compararmos a tabela 5 e a tabela 3 conseguimos ter uma real dimensão da dinâmica da ocupação das plantas durante o período de 1 ano, uma vez

que a época ou período de avaliação também influencia na presença ou ausência das plantas daninhas.

Houve importante redução na população de nabiça nas duas áreas, passando a abundância de 21 na avaliação de novembro de 2017 para 0 na última da área com manejo convencional. No caso da área em transição a abundância era de 92, após 1 ano foi registrada 49 de abundância para a espécie.

A presença de trigo mourisco na avaliação de 2017 e sua ausência nesta última pode ser explicada pela sua utilização como adubo verde na área em transição após o cultivo da soja na safra 2016/2017.

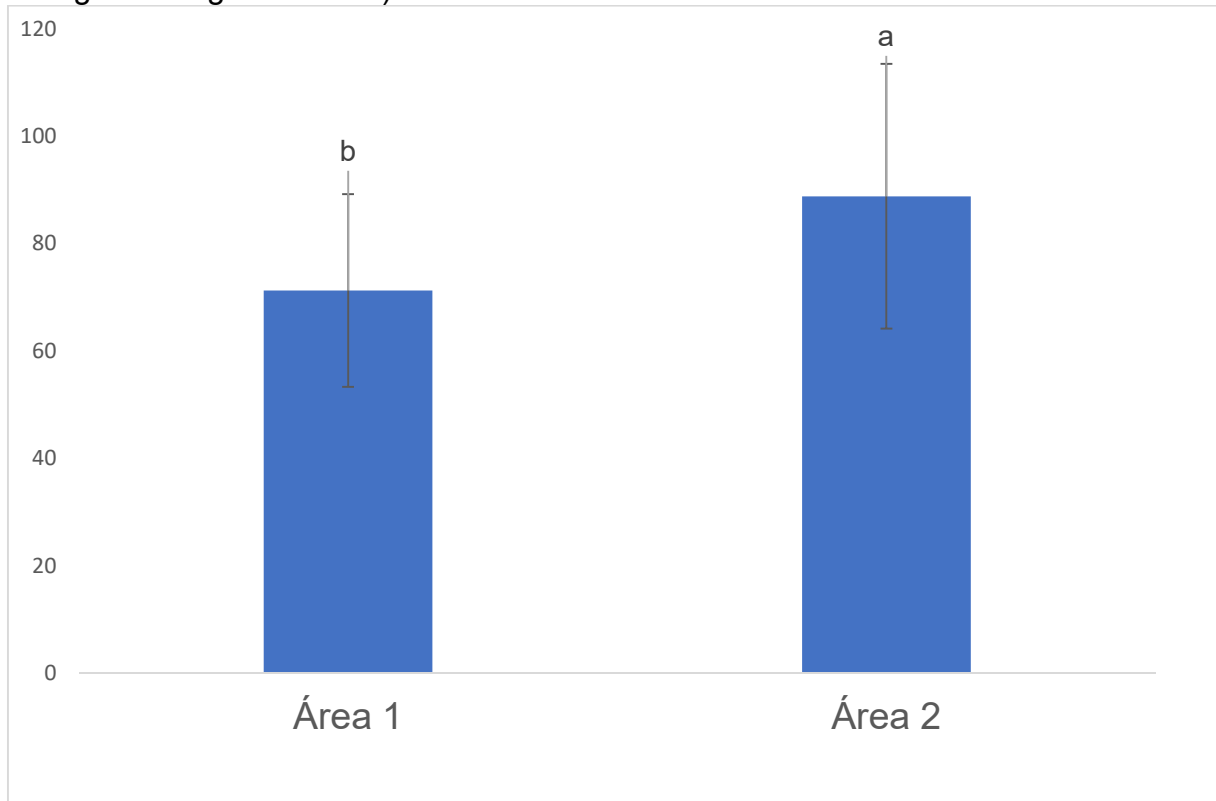
Entre as áreas é possível destacar o aumento do índice de dominância durante o período e, portanto, uma redução no índice de diversidade de Simpson, o que aponta que ambos os manejos diminuíram a diversidade de espécies nas áreas. Essa diminuição foi mais aguda na área com manejo estabelecido como convencional, passando o índice de dominância de 0,21237 a 0,39411. O manejo de transição teve em 2017 o índice de 0,29354 e em 2018 passou a 0,32171. O índice de dominância fitossociológico no caso do solo que recebeu manejo convencional se deu principalmente pela abundância do capim amargoso. A área em transição teve seu índice influenciado pelo trigo mourisco ainda oriundo de plantas remanescentes de cultivos anteriores com propósito de adubação verde e cobertura vegetal.

A tendência é que a comunidade de plantas daninhas ainda se altere com seguidos cultivos de grãos. O manejo inalterado e o mesmo cultivo repetido ao longo do tempo pode aumentar a pressão e selecionar comunidades de plantas daninhas e futuramente em sistemas convencionais favorecer o surgimento de plantas resistentes a herbicidas (ERASMO et al., 2004). Portanto, é preferível uma comunidade fitossociológica mais diversa e a adoção de plantas de cobertura pode favorecer essa maior diversidade.

4.2 ÍNDICE DE PRODUTIVIDADE DA SOJA

Figura 3 – Número médio de vagens de soja na safra 2017/2018. Área 1 (convencional), sem utilização de plantas de cobertura em sucessão ao trigo, área 2

(em transição) com utilização de plantas de cobertura (aveia preta, milho, nabo-forrageiro e trigo mourisco).



Fonte: O próprio autor, 2019.

Foi observado que o número de vagens de soja foi maior na área em transição (88,80 vagens por planta), comparada à área convencional (71,25 vagens por planta) ($p < 0.05$). O peso médio por planta foi de 26,5 e 32 gramas por planta, na área convencional e em transição, respectivamente. A diferença foi de 17% a mais na produção por planta na área em transição.

A adoção de plantas de cobertura pode ter influenciado a qualidade de solo e conseqüentemente indicadores de produtividade da soja.

Para a manutenção ou incremento de produtividade em solos tropicais é essencial que se produza substâncias agregantes intermediárias da decomposição da matéria orgânica do solo. Uma das formas de adição dessas substâncias é através do uso de plantas de cobertura (PRIMAVESI, 2006).

Cardoso et al. (2014) obtiveram acréscimo de 10% na produtividade com a utilização de adubos verdes em sistema de plantio direto na cultura da soja, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho quanto ao número de vagens.

4.3 MICROBIOLOGIA DO SOLO

Na primeira avaliação executada previamente o início do trabalho os resultados excederam os limites dos parâmetros estipulados como máximo que a metodologia consegue quantificar. Resultado esperado uma vez que o solo do local havia sido utilizado em 2016 para um experimento onde foram inoculados microorganismos em plantas de cobertura.

Já para a avaliação realizada em 20/12/2018, os resultados estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Média aritmética das variáveis microbiológicas do solo: RBS (Respiração Basal do Solo) (mgC-CO₂/kg solo/hora), BMS-C (Carbono da Biomassa Microbiana do Solo) (mgC/kg solo) e qCO₂ (Quociente metabólico do solo) (mgC-CO₂/BMS/hora), obtidos de solos sob dois manejos de cobertura do solo, Londrina, Paraná, Brasil, 2017-18

Amostra	RBS	C-BMS	qCO ₂
Solo convencional	0,99 ± 0,06 b	75,76 ± 5,25 b	13,11 ± 1,55 a
Solo transição	1,21 ± 0,06 a	118,18 ± 15,075 a	10,37 ± 1,18 a
CV (%)	5,47	7,91	9,12

Fonte: O próprio Autor, 2019.

O solo em transição apresentou maior respiração basal do solo (RBS) (1,21 mgC-CO₂/kg solo/hora) comparada ao solo convencional (0,99 mgC-CO₂/kg solo/hora) e também apresentou valores superiores para carbono da biomassa (C-BMS), sendo 118,18 ± mgC/kg solo no solo em transição e 75,76 mgC/kg solo para o convencional.

O aumento do C-BMS pode estar relacionado com a quantidade de matéria orgânica adicionada pela maior diversidade de plantas do tratamento, assim como a qualidade e quantidade de compostos orgânicos benéficos aos microrganismos (GAMA-RODRIGUES; GAMA-RODRIGUES, 2008). A RBS foi correlacionada com BMS-C, proporcionando o parâmetro de qCO₂. O qCO₂ alto pode indicar uma desordem ecológica ou um alto nível de produtividade no ecossistema (ISLAN; WEIL, 2000). Quando o qCO₂ é baixo representa maior incorporação de carbono pelas células, diminuindo o lançamento de CO₂ para a atmosfera, em contrapartida, quando é alto a população microbiana pode estar em estado de estresse ocasionado por situações adversas que exigem um maior consumo de carbono para a sua manutenção (ANDERSON; DOMSCH, 2010). O consumo da

matéria orgânica do solo pelos microorganismos aumenta a mineralização, e este consumo de energia armazenada nesta porção do solo é maior quando existe diversidade de plantas no manejo do solo (HUNGRIA et al., 2009).

As variáveis microbiológicas do solo apresentados neste trabalho são importantes para a estocagem e ciclagem de nutrientes, contribuindo para a manutenção do ecossistema de forma sustentável (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007). Demonstra, também, que estas variáveis são ferramentas muito importantes para avaliação da fertilidade do solo, que não é só promovida pelos atributos físicos e químicos, mas também pelos biológicos. Estudos de longo prazo poderão demonstrar melhor quais são os efeitos da cobertura do solo na microbiota no solo. Uma vez que é verificada estabilidade na população de microorganismos no solo, pode-se, também, realizar estudos sobre o efeito residual da cobertura do solo como fertilizante, fazendo com que seja reduzida a utilização de fertilizantes sintéticos e orgânicos, otimizando o uso na propriedade rural.

Sistemas de manejo conservacionista que evitam o revolvimento de solo, aliados a proteção do mesmo mediante plantas de cobertura, resultam em uma maior retenção de água, melhorando as condições físicas e químicas do solo e proporcionando maiores teores de matéria orgânica e biomassa microbiana (BABUJIA et al., 2010; SILVA et al., 2010; SILVA et al., 2014).

Trabalhos científicos recentes indicam que é possível revelar mudanças na qualidade do solo através de avaliações dos microorganismos antes que ocorram mudanças nos atributos físicos e químicos do solo, indicando neste caso uma melhora na QS (BABUJIA et al., 2010; BABUJIA et al., 2014; HUNGRIA et al., 2009; KASCHUK et al., 2010).

4.4 ESTRUTURA DE SOLO

Antes de iniciar o experimento avaliou-se a estrutura do solo, por meio da metodologia DRES, obteve-se média de 5,5 para ambas as áreas na escala de notas atribuídas de acordo com a metodologia. Em dezembro de 2018 foi reavaliado e atribuído novas notas que desta vez distinguiram as áreas, a área convencional apresentou nota 4,5 em média e a em transição teve sua nota média em 5,25.

A utilização de plantas de cobertura em sistemas de rotação de cultura

promovem melhoraria na estrutura do solo como observado, com efeitos também na química e atributos físicos e microbiológicos (FRANCHINI et al., 2007).

Ao analisar o manejo pode-se relacionar diretamente à estrutura do solo. Desta forma diferentes sistemas de manejo são responsáveis por modificar ou manter a estrutura, resultando em compactação maior ou menor, o que interfere em atributos como infiltração de água, porosidade, densidade de solo e desenvolvimento radicular das plantas (DE MARIA et al., 1999; TAVARES FILHO et al., 2001). Comparando os sistemas distintos, pode-se então relacionar os resultados do DRES ao manejo adotado nas áreas.

Rotação de culturas com adoção de plantas de cobertura favorecem o manejo físico e estrutural do solo. Poros de diversos tamanhos são notados, contribuindo para a qualidade do solo e sustentabilidade do sistema agrícola. A adoção de plantas de cobertura em sistema de rotação de culturas mantém a estrutura estabilizada, proporcionando manutenção nos atributos físicos e estruturais conforme o observado (TORMENA et al., 2008).

A estrutura de solo se encontrou melhor nos solos que recebem manejo com adoção de plantas de cobertura. Nunes (2017) observou através do DRES que áreas que recebem plantas de cobertura em substituição a culturas comerciais de “safrinha” obtiveram melhores notas de avaliação quando comparados aos demais solos que não recebem sistematicamente adoção de alguma planta de cobertura no sistema de plantio direto.

4.5 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Tabela 7 – Análises químicas de solo da área em transição e convencional . Londrina, Paraná, Brasil, 2017 – 2018.

COT	MOS	P disp.	pH	pH	Al ³⁺	H+Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC Efet.	CTC Pot.	V	M	Ca	Mg	K
g dm ⁻³	%	mg dm ⁻³	H ₂ O	CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³										%		
TRANSIÇÃO 2017																	
18,55	3,20	18,30	6,50	6,00	0,00	3,42	2,82	2,70	0,65	6,17	6,17	9,60	64,34	0,00	29,41	28,18	6,75
Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto	Condição Evitar	-	-	Alto	Muito Alto	Muito Alto	-	Alto	Médio	Alto	-	Baixo	Muito Alto	Muito Alto
CONVENCIONAL 2017																	
16,23	2,80	15,16	6,70	6,00	0,00	3,18	2,76	2,53	0,89	6,18	6,18	9,36	66,06	0,00	29,44	27,09	9,54
Alto	Alto	Muito Alto	Condição Evitar	Condição Evitar	-	-	Alto	Muito Alto	Muito Alto	-	Alto	Médio	Alto	-	Baixo	Muito Alto	Muito Alto
TRANSIÇÃO 2018																	
9,93	1,70	14,38	6,80	6,00	0,04	2,74	6,21	1,83	0,62	8,66	8,7	11,4	75,96	0,00	54,47	16,5	5,4
Médio	Médio	Muito Alto	Condição Evitar	Condição Evitar	Muito Baixo	-	Muito Alto	Alto	Muito Alto	-	Muito Alto	Médio	Muito Alto	-	ideal	ideal	Alto
CONVENCIONAL 2018																	
13,75	2,30	8,56	6,90	6,10	0,03	2,54	6,51	2,62	0,57	9,8	9,83	12,2	79,25	0,00	53,19	21,41	4,66
Médio	Médio	Médio	Condição Evitar	Condição Evitar	Muito Baixo	-	Muito Alto	Muito Alto	Muito Alto	-	Muito Alto	Médio	Muito Alto	-	Médio	Alto	Alto

Fonte: PAVINATO (2017); ALBRECHT (1997).

Observando a análise química do solo de 2017 (anterior ao experimento) e comparando as áreas em transição e convencional pode-se observar algumas mudanças quando apresentada a análise de 2018.

Potencial Hidrogeniônico (pH)

No ano de 2017 a área em transição apresentou pH em água de 6,5 e a convencional 6,7, após 1 ano foi realizado nova amostra e o pH em água da área de transição passou a 6,8 e a convencional a 6,9.

Já o pH em CaCl_2 era de 6 nas duas áreas em 2017, após 1 ano permaneceu em 6 na área em transição e na área convencional foi de 6,1.

Apesar de neste caso aparentemente o pH se manter estável ou com leve aumento a literatura diz que a adoção de adubos verdes reduz o pH (DEVASENAPATHY, 2010), que no caso destes solos pode ser interessante, uma vez que um pH levemente ácido favorece a disponibilidade da maioria dos nutrientes (DEVASENAPATHY, 2010).

Capacidade de troca de Cátions (CTC)

As áreas em transição e convencional apresentavam no início do experimento uma Capacidade de Troca de Cátions (CTC) muito parecida, tanto efetiva como potencial, se mantendo respectivamente em alto e médio segundo interpretação do NEPAR, 2017. Já na última avaliação da CTC os valores segundo a interpretação passaram de “alto” para “muito alto” em ambas as áreas mostrando um ganho na CTC.

Propriedades Químicas

Potássio: Na primeira AQS o potássio já se mostrava “muito alto” nas duas áreas dos tratamentos (PAVINATO, 2017); porém ao observar com mais critério é possível ver uma redução em seus valores comparando com AQS no ano subsequente.

No caso da área convencional o potássio era de $0,89 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na primeira análise, passando a $0,57$ na segunda, uma redução de $0,32 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A área em transição apresentava $0,65 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ em 2017 e em 2018 a AQS apontou

0,62, uma redução de 0,03 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$.

Dentre todos os macronutrientes, o Potássio é o que tem a liberação ou mineralização mais rápida com a utilização de adubos verdes e apresenta diferentes comportamentos de acordo com as espécies (BOER et al., 2007).

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), pode ter colaborado para a manutenção dos teores de potássio no solo em transição, já que quando utilizada como opção de rotação de culturas, mas especificamente como adubo verde este tem grande potencial de ciclagem de K (ROSATO, 2004).

Fósforo: Em 2017 as duas áreas apresentavam níveis de fósforo considerados muito altos, os valores obtidos na AQS para o elemento na área convencional e em transição eram de 15,16 e 18,30 mg dm^{-3} , respectivamente. Porém, em 2018 já é notada uma diferença nos valores e níveis de interpretações entre as áreas, tendo a convencional obtido o valor considerado médio de 8,56 mg dm^{-3} e a área em transição constando 14,38 mg dm^{-3} , que segundo interpretação continua como “muito alto” (PAVINATO, 2017).

De forma geral, em agroecossistemas com manejo sustentável do solo, os teores de nutrientes como o fósforo podem ser melhorados através da utilização de plantas de cobertura (ARCAND et al., 2010)

Tal diferença entre as áreas na AQS, mais especificamente no caso do fósforo pode ser explicada pela adoção do trigo mourisco como adubação verde. O trigo mourisco extrai fósforo do solo melhor que a maioria das culturas utilizadas como adubação verde ou plantas de cobertura (CLARK, 2008).

A adoção de trigo mourisco como cultura de cobertura disponibiliza P para a cultura subsequente sendo assim indicada sua utilização para ciclagem e mineralização do P presente no solo (TEBOH & FRANZEN, 2011).

Saturação de Bases (V%)

Em relação à saturação de bases, é possível perceber aumento nas mesmas em relação à primeira análise. A área convencional possuía 66,06% de saturação em 2017, e no ano subsequente a AQS apontou 79,25%. Já o tratamento em transição contava com 64,34% na primeira AQS e na segunda 75,96%. Sendo assim as duas áreas mudaram de faixa de interpretação, passando de “alto” para “muito alto” em ambas situações.

Cálcio: foi o elemento que apresentou maior diferença entre as AQS de 2017 e 2018. Pode-se notar aumento percentual nas duas áreas, na convencional passando de 29,44% para 53,19%, já na área apresentada como em transição notava-se 29,41 na primeira AQS e 54,47 na segunda.

A palhada de aveia preta, o nabo forrageiro e a nabiça, semeados e espontâneos podem ter contribuído para o aumento dos teores de cálcio, uma vez que são capazes de mineralizar grandes quantidades deste mineral, em torno de 55Kg e 73Kg de Ca por hectare, respectivamente (LANG, 2000).

Magnésio: em 2017 a AQS apontou 27,09% de Magnésio na saturação de bases da área convencional, já no ano seguinte teve-se 21,41%, segundo interpretação de Albrecht (1997). Na área em transição verificou-se 28,18% em 2017 e 16,5% no ano subsequente, passando de muito alto a ideal, ainda sob interpretação de Albrecht (1997).

Matéria Orgânica do Solo (MOS)

A MOS se mostrava alta em 2017 anteriormente a metodologia do experimento ser adota. Na área convencional registrou-se 2,8% e a área em transição 3,2%. Já em 2018 essa MOS decresceu nas duas áreas, vindo a 2,3% na área convencional e 1,7% na em transição.

Tal diferença pode ser explicada em parte pela má distribuição pluviométrica durante o período do experimento (Figura 2), que principalmente durante os meses que antecederam a coleta da amostra de solo podem ter influenciado na produção de matéria seca do milho e das plantas de adubação verde. A área em transição perdeu mais MOS, a relação C/N da cobertura vegetal menor em comparação ao milho pode ter contribuído para esta diferenciação. As plantas de cobertura adotadas possuem uma relação C/N muito menor quando comparadas a palhada do milho.

A relação do C/N do milho pode chegar em teores médio de 60:1 em algumas situações (WISNIEWSKI & HOLTZ, 1997). Além da relação C/N, maiores proporções de material lignificado como os colmos e sabugos podem ter mantido a maior quantidade de COT e MOS na área convencional quando comparada com a em transição.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia inicial do experimento seria avaliar principalmente o efeito na eliminação dos períodos de pousio na incidência de infestantes. Entretanto, resultados anteriores apontam que seriam necessários três anos de cultivo para reduções expressivas na população de plantas invasoras. Desta forma, os resultados foram dentro daquilo que se esperava, porém foram observadas diferenças entre as áreas transição e convencional, sobretudo no índice de dominância.

Verificou-se dificuldade no cultivo das espécies de plantas de cobertura, principalmente decorrente da baixa pluviosidade. Historicamente, os meses de julho e agosto apresentam níveis pluviométricos muito baixos. É preciso, portanto, programar a semeadura para que a cultura se estabeleça antes destas datas. Percebeu-se que as plantas se desenvolveram abaixo de seu potencial, o que deve ter prejudicado a competição e diminuição da infestação de plantas competidoras, seja por cobertura ou alelopatia. O uso de espécies mais tolerantes à incidência de veranicos, como o centeio e o nabo forrageiro, também podem contribuir para a convivência com períodos de estiagem. Portanto, percebeu-se que para efetivação desta forma de manejo, é importante também favorecer as plantas de cobertura em períodos de estiagem. Isso pode ser conseguido também através da melhoria do solo, pelo incremento de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes em camadas mais profundas do solo e eventual desenvolvimento radicular pelo uso de inoculantes microbiológicos que podem incrementar o potencial destas plantas ou ainda adubação de sistemas favorecendo a produção de matéria seca.

Observou-se diferença entre as duas áreas em um importante índice de produtividade da soja, o número de vagens. Este aumento após apenas um período de cultivo das plantas de cobertura, aponta que apesar do agricultor que optar por uma cultura comercial de inverno ter mais uma renda durante o ano, se este utilizar a rotação de culturas com inserção de adubação verde pode além de melhorar os aspectos já apontados no trabalho, ainda ter uma compensação financeira no momento da colheita da soja. Tais resultados podem ser utilizados para uma análise econômica de curto e longo prazo para aferição destas diferenças.

Na microbiologia de solo, os resultados obtidos a partir da respiração basal e carbono da biomassa microbiana do solo, indicam maior presença de microorganismos no solo da área em transição, o que é apontado como um indicador

de manutenção ou melhoria da qualidade do mesmo, tanto físico, química ou microbiológica, aumentando assim a fertilidade do sistema produtivo.

Nas análises químicas de solo foi possível observar sensíveis mudanças quanto a fertilidade, resposta ao manejo de adubação verde adotada em substituição ao cultivo safrinha. Tais mudanças são mais facilmente observadas ao focar nas somas de bases e seus componentes e no fósforo lábil. Estas análises também apontam que a adoção de material mais lignificado e com relação C/N maior talvez seja mais adequado para a realidade norte paranaense, uma vez que o carbono total do solo na área em transição diminuiu de forma mais aguda em relação ao manejo convencional.

6 REFERÊNCIAS

- ARCAND, M. M., LYNCH, D. H., VORONEY, R. P., VAN STRAATEN, P. Residues from a buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) green manure crop grown with phosphate rock influence bioavailability of soil phosphorus. **Canadian Journal of Soil Science**, 90, 257–266, 2010.
- ALBRECHT, W.A., **The Albrecht Papers: foundation concepts**. 3 ed. Austin: Acres U.S.A., 1997.
- ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: Fundação IAPAR, 1988. 60 p. (IAPAR Circular, 53).
- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Soil microbial biomass: The ecophysiological approach. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, n. 12, p. 2039-2043, 2010.
- ARAÚJO, A.S.F. ; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.
- ARCA, M.N. & WEED, S.B. Soil aggregation and porosity in relation to contents of free iron oxide and clay. **Soil Science**, v. 101, n. 3, p. 164-170, 1966.
- BABUJIA, L. C. ; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BROOKES, P.C. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 43, p. 1-8, 2010.
- BABUJIA, L. C.; SILVA, A.P.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Microbial diversity in an Oxisol under no-tillage and conventional tillage in southern Brazil. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 45, n. 5, p. 863-870, 2014.
- BADIANE, N.N.Y.; CHOTTE, J.L.; PATE, E.; MASSE, D.; ROULAND, C. Use of soil enzyme activities to monitor soil quality in natural and improved fallows in semi-arid tropical regions. **Applied Soil Ecology**, v.18, p.229-238, 2001.
- BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v. 22, p. 641-649, 1998.
- BOER, C. A., ASSIS, R. L. D., SILVA, G. P., BRAZ, A. J. B. P., BARROSO, A. L. D., CARGNELUTTI FILHO, A., Pires, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. Vol. 42, n. 9 (set. 2007), p. 1269-1276, 2007.
- BRAIDA, J.A.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M. Matéria orgânica e seu efeito na física do solo. In: FILHO, O.K.et al.(Org.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2011. V.VII, p.222-227.
- BREWER, R. **Fabric and mineral analyses of soils**. New York, John Wiley & Sons. 1964. 470p.
- BRONICK, C. J.; LAL, R. **Soil structure and management: A review**. Geoderma, 124:3-22, 2005.

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 408-415, 2009.

CAPORAL, FRANCISCO R; COSTABEBER, JOSÉ A. **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Brasília. 2004.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. do P.; COSTA, M. B. B. da; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S. AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.

CARDOSO, R. A; BENTO, A. S.; MORESKI, H. M.; GASPAROTTO, F. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 35, n. 2, p. 51-60, 2014.

CATON, B. P.; FOIN, T.C.; HILL, J.E. Mechanism of competition for light between rice (*Oryza sativa*) and redstem (*Ammania spp.*). **Weed Science**, v.45, p.269-275, 1997.

CLARK, Andy (Ed.). **Managing cover crops profitably**. 3.ed. Diane Publishing, p.90, 2008.

COLOZZI-FILHO, A.; CARDOSO, E. J. B. N. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalária cultivada na entrelinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.10, p.2033-2042, 2000.

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; SOUZA DIAS H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 703-709, 1999.

DE NOBILI, M.; CONTIN, M.; BROOKES, P.C. Microbial biomass dynamics in recently air-dried and rewetted soils compared to others stored air-dry for up to 103 years. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, p. 2871–2881, 2006.

DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, p. 625 – 628, 2010.

HARISH, D.; DEVASENAPATHY, P. Influence of green manure and different organic sources of nutrients on yield and soil chemical properties of rice (*Oryza sativa* L.) grown under lowland condition. **International Journal of Agricultural Sciences**, v. 6, n. 2, p. 433-438, 2010.

DORAN, J.W.; ZEISS, M.R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, v.15, n.1, p3-11. 2000.

DU, Z.; REN, T.; HU, C.; ZHANG, Q. Transition from intensive tillage to no-till enhances carbon sequestration in microaggregates of surface soil in the North China Plain. **Soil Tillage Research**, v.146, p.26–31. 2015.

DUARTE, N. de F.; SILVA, J. B. da; SOUZA, I. F. de. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Ijaci, MG. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras.

v. 26, n.5, p.983-992, 2002.

DURIGAN, J. C.; ALMEIDA, F. L. S. **Noções sobre alelopatia**. Jaboticabal: FUNEP, 28p, 1993.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta daninha**, p. 195-201, 2004.

ESPÍNDOLA, José Antonio Azevedo; GUERRA, José GM; DE ALMEIDA, D. L. Adubação verde: **Estratégia para uma agricultura sustentável**. Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E), 1997.

FERREIRA, A.C. B.; DE BARROS, A. C.; LAMAS, F. M. **Manejo de plantas daninhas na cultura do algodoeiro**. EMBRAPA Algodão - Circular Técnica (INFOTECA-E), 2006.

FLECK, N. G.; MACHADO, C. M. N.; SOUZA, R. S. Eficiência da consorciação de culturas no controle de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 5, p. 591-598, 1984.

FRANCHINI, J.C., CRISPINO, C.C., SOUZA, R.A., TORRES, E., HUNGRIA, M. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v.92, p.18–29, 2007.

FREY, S.D.; ELLIOTT, E.T.; PAUSTIAN, K. Bacterial and fungal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems along two climatic gradients. **Soil Biology and Biochemistry**, v.31, p.573-585, 1999.

FUERST, E.P.; PUTNAN, A.R. Separating the competitive and allelopathic components of interference: theoretical principles. **Journal Chemical Ecology**, v. 9, p. 937-944, 1983.

GAMA-RODRIGUES, R.E.; GAMA-RODRIGUES, C.A. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole: 159-182, 2008.

GAZZIERO, D., ADEGAS, F., FORNAROLLI, D., KARAM, D., VARGAS, L., VOLL, E., PROCOPIO, S. Efeito da palhada de trigo na emergência de *digitaria insularis* (capim-amargoso). In Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., 2012, Cuiabá. Soja: integração nacional e desenvolvimento sustentável: anais. Brasília, DF: EMBRAPA, 2012.

GAZZIERO, D. L. P.; LOLLATO, R. P.; BRIGHENTI, A. M.; PITELLI, R. A.; VOLL, E. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. EMBRAPA Soja, Londrina, 2015.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>> . Acesso em: 10 nov. 2018.

GONÇALVES, A.S.; MONTEIRO, M.T.; GUERRA, J.G.M.; DE-POLLI, H. 2002. Biomassa microbiana em amostras de solos secadas ao ar e reumedecidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília 37(5): 651-658.

GUEVARRA, Anacleto B.; WHITNEY, Arthur Sheldon; THOMPSON, John R. Influence of intra-row spacing and cutting regimes on the growth and yield of *Leucaena*. **Agronomy Journal**, v. 70, n. 6, p. 1033-1037, 1978.

HÉBERT, M.; FUGÈRE, V. ; GONZALEZ, A. The overlooked impact of rising glyphosate use on phosphorus loading in agricultural watersheds. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 2019.

HOLT, J.; LeBARON, H.M. Significance and distribution of herbicide resistance. **Weed Technology**, v.4, p.141-149, 1990.

HUNGRIA, M., CAMPO, R.J., MENDES, I.C., GRAHAM, P.H. **Contributions of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grains crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* L. Merr.) in South America**. In: Singh R.P. Shankar N. Jaiwal P.K. Houston (eds). Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity, Studium Press, LLC, p. 43-93, 2006.

HUNGRIA, M., FRANCHINI, J. C., BRANDÃO-JUNIOR, O., KASCHUK, G., & SOUZA, R. A. (2009). 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.

IAPAR. **Dados diários Londrina**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1828>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

ISLAN, K.R.; WEIL, R.R. Soil quality indicator proprieties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **Journal of Soil and Water Conservation** 55: 69–78, 2000.

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. 42, p. 1-13, 2010.

LANDGRAF, LEBNA. **Novo caso de buva resistente a herbicida é identificado no Paraná**. EMBRAPA Soja, Londrina, 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/25397622/novo-caso-de-buva-resistente-a-herbicida-e-identificado-no-parana>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

LANG, C. R. **Dinâmica da decomposição e liberação de nutrientes da palhada de aveia preta e nabo forrageiro cortadas em diferentes estágios de desenvolvimento**. Curitiba, 2000..

LIMA, R.; MENEZES, V. **Utilização da Adubação Verde na Agricultura Sustentável**. Disponível em: <http://www.catolicato.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos_20101/3periodo/Utilizacao_da_adubacao_verde_na_agricultura_sustentavel.pdf>.

Acesso em: 04 abr. 2016.

LORENZI, HARRI. **Plantas Daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4ª ed. Instituto Plantarum, Nova Odesa SP, 2008.

MELERO, S.; PORRAS, J. C. R.; HERENCIA, J. F.; MADEJON, E. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. **Soil and Tillage Research**, v. 90, p. 162-170, 2006.

MINATEL, A. L. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION J. F. et al. Efeitos da subsolagem e da adubação verde nas propriedades físicas do solo em pomar de citros. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.86-95, 2006.

MIRANDA, J. C. C., MIRANDA, L. N., VILELA, L., VARGAS, M. A.; CARVALHO, A. M. **Manejo da micorriza arbuscular por meio da rotação de culturas nos sistemas agrícolas do Cerrado**. Embrapa Cerrados-Comunicado Técnico 42 (INFOTECA-E), 2001.

MONQUERO, P.A.; AMARAL, L.R.; INÁCIO, E.M.; BRUNHARA, J.P.; BINHA, D.P.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninhas**, v.27, n.1, p.85-95, Viçosa MG, 2009.

MIRSKY, Steven B. et al. Conservation tillage issues: Cover crop-based organic rotational no-till grain production in the mid-Atlantic region, USA. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 27, n. 1, p. 31-40, 2012.

MONQUERO, P. A. et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MOREIRA, J.M.S.; SIQUEIRA, J.Q. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, Editora UFLA, 2002, 625 p.

NUNES, A. L. P. **Estratégias para a qualificação do Sistema Plantio Direto em glebas do Oeste do Estado do Paraná**. - Londrina, 2017. 110 f.

NASCIMENTO, M. R.; JAEGGI, M. E. P. C.; SALUCI, J. C. G.; GUIDNELLE, R. B.; PEREIRA, I. M.; ZACARIAS, A. J.; RODRIGUES, R. R.; SILVA, S. F.; SOUZA, M. N. Efeito da adubação verde na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Univap**. São Paulo, v. 22, n. 40, p. 698, 2016.

NOGUEIRA, M.A.; ALBINO, U.B.; BRANDÃO-JÚDIOR, O.; BRAUN, G.; CRUZ, M.F.; DIAS, B.A.; DUARTE, R.T.D.; GIOPPO, N.M.R.; MENNA, P.; ORLANDI, J.M.; RAIMAN, M.; RAMPAZO, L.G.L.; SANTOS, M.A.; SILVA, M.E.Z.; VIEIRA, F.P.; TOREZAN, J.M.D.; HUNGRIA, M.; ANDRADE, G. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural, reforested and agricultural land use in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.115, p.237-247, 2006.

OVERLAND, L. **The role of allelopathic substances in the barley crop**. AMER J BOT 53: 423-432p. 1966.

PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D.C. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade**. Londrina, IAPAR, 1992. 40 p. IAPAR – Circular, 76. PITELLI, R. A.; PITELLI, R. LC. M. Biologia e Ecofisiologia das plantas daninhas In: ROSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

PAVINATO, Paulo Sérgio et al. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. 2017.

PITOL, C. **A cultura da aveia e sua importância para o MS**. Maracaju: COTRIJUÍ, 1986. 35 p. (Boletim Técnico, 1).

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 18.ed. São Paulo: Nobel, 2006. 549 p.

RALISCH, R.; DEBIASI, D.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERMANI, L. C.; MELO, A. S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. S.; BONA, F. D. **Diagnóstico rápido da estrutura do solo**. EMBRAPA Soja, Londrina, 2017.

REZENDE, J.O. Compactação e adensamento do solo, metodologia para avaliação e práticas agrícolas recomendadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. Rio de Janeiro, 1997. **Anais**. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM

RIBEIRO JR., W.Q.; RAMOS, M.L.G. **Fixação biológica de nitrogênio em espécies para adubação verde**. In.: Cerrado Adubação verde. CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. (orgs.) Embrapa Cerrados, 369p. 2006.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2.rd. New York: Academic, 1984. 422 p.

RICE, E. L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1974. 333 p.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais** / Carlos Cesar Ronquim. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

ROSATO, R. R. **Potencial de ciclagem de nitrogênio e potássio pelo nabo forrageiro intercalar ao cultivo do milho e trigo sob plantio direto**. Santa Maria, 2004. 129 f.

SAWICKI, R.M. **Definition, detection and documentation of insecticide resistance**. In: FORD, M.G.; HOLLOMAN, D.W.; KHAMBAY, B.P.S.; SAWICKI, R.M. **Combating resistance to xenobiotics: biological and chemical approaches**. Chichester: Ellis Horwood, 1987. p.105-117.

SKÓRA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 10, p. 1165-1171, 1993.

SKÓRA NETO, F. **Diário dos campos**. Disponível em: <<https://www.diariodoscampos.com.br/noticia/adubo-verde-pode-reduzir-derrame-de-388-tonano-de-herbicidas-no-solo-de-pg>>. Acesso em 20 dez. 2016.

SILVA, A.P.; BABUJIA, L.C.; FRANCHINI, J.C.; RALISCH, R.; HUNGRIA, M.; GUIMARÃES, M.F. Soil structure and its influence on microbial biomass in different soil and crop management systems. **Soil & Tillage Research**, v.142, p.42–53, 2014.

SILVA, E.E.; AZEVEDO, P.H.S.; DE-POLLI, H. 2007. **Determinação da Respiração Basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. Comunicado Técnico 99. EMBRAPA Agrobiologia. p.4.

SILVA, E.E.; AZEVEDO, P.H.S.; DE-POLLI, H. 2007. **Determinação do Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C)**. Comunicado Técnico 98. EMBRAPA Agrobiologia. p.6.

SILVA, R. R. D.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. D. S.; CURI, N.; ALIVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 1585-1592, 2010.

SOSNOSKIE, L. M.; CULPEPPER, A. S. Glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) increases herbicide use, tillage, and hand-weeding in Georgia cotton. **Weed science**, v. 62, n. 2, p. 393-402, 2014.

TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.C.; GUIMARÃES, M.F.; FONSECA, I.C.B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*Zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p. 725-730, 2001.

TEBOH, J. M.; FRANZEN, D. W. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) potential to contribute solubilized soil phosphorus to subsequent crops. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 42, n. 13, p. 1544-1550, 2011.

TORMENA, C.A.; ARAÚJO, M.A.; FIDALSKI, J.; IMHOFF, S.; SILVA, A.P. da. Quantificação da resistência tênsil e da friabilidade de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 943-952, jun. 2008.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.

UIZURRUN, P.D.; LEADEN, M.I. Análisis de la sensibilidad de biótipos de *Lolium multiflorum* a herbicidas inhibidores de la enzima ALS, ACCasa y glifosato. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 667-673, 2012.

VARGAS, LEANDRO; PEIXOTO, C.M.; ROMAN, E.V.; **Manejo de plantas daninhas na cultura de milho**. EMBRAPA trigo, 2006.

WISNIEWSKI, C & HOLTZ, G.P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 1191-1197,1997.

ZONIN, WILSON JOÃO. **Transição agroecológica: modalidades e estágios na Região Metropolitana de Curitiba**. Wilson João Zonin – Curitiba, PR: 278p. 2007