

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOSSISTEMA

**LUCIANO WIDMER**

**FERTILIDADE DO AGROECOSSISTEMA – ESTUDO SOBRE A  
APLICAÇÃO ANTECIPADA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA  
SOBRE PLANTAS DE COBERTURA PARA O CULTIVO DO  
MILHO**

Dissertação de Mestrado

FLORIANÓPOLIS  
2012

**LUCIANO WIDMER**

**FERTILIDADE DO AGROECOSSISTEMA – ESTUDO SOBRE A  
APLICAÇÃO ANTECIPADA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA  
SOBRE PLANTAS DE COBERTURA PARA O CULTIVO DO  
MILHO**

Dissertação apresentada ao  
programa de Pós Graduação em  
Agroecossistema da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina, como parte dos  
requisitos para a obtenção do  
título de mestre em  
Agroecossistema.

Orientador. Prof. Dr  
Antônio Ayrton Auzani Uberti

FLORIANÓPOLIS - SC 2012

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

WIDMER, Luciano.

Fertilidade do Agroecossistema – Estudo sobre a aplicação antecipada da adubação orgânica sobre plantas de cobertura para o cultivo do milho / Luciano Widmer – Florianópolis: UFSC, 2012.

74f.

Orientador: Antonio Ayrton Auzani Uberti.

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias.

Bibliografia. f xxx –xxxx

1. Adubação orgânica – Tese. 2 Adubação verde – Tese. 3. Microbiologia de solo. 4. Fertilidade do solo. 5. Plantio Direto.

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**LUCIANO WIDMER**

### **FERTILIDADE DO AGROECOSSISTEMA – ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO ANTECIPADA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA SOBRE PLANTAS DE COBERTURA PARA O CULTIVO DO MILHO**

Dissertação aprovada em 29/11/2012 como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós Graduação em Agroecossistema, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

---

**Dr. Antonio Ayrton Auzani Uberti - Orientador**

---

**Dr. Clarilton Ribas - Coordenador do PGA**

#### **BANCA EXAMINADORA:**

---

**Dra. Shirley Kuhnen (Professora UFSC)**

---

**Dr. Alexandre Lenzi (Professor UFSC)**

---

**MSc. Leandro do Prado Wildner (Pesquisador Epagri/Cepaf)**

**Florianópolis, 29 de novembro de 2012**

## ***DEDICATÓRIA***

*Dedico e agradeço a  
Deus pela minha  
filha Amanda Letícia  
que nasceu na  
primeira semana de  
aula.*

*À minha esposa  
Ediane, pelo apoio.*



## AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, à Universidade Federal de Santa Catarina, cuja parceria com a Rede de Cooperativas ASCOOPER, CESAP e municípios viabilizaram a proposta de implantação de projetos de produção de leite Voisin no Oeste Catarinense, que posteriormente deram origem ao Projeto de Mestrado Profissional. Nesta parceria, inúmeros profissionais, professores, estudantes, estagiários, agricultores, colaboradores e colegas ensinaram e aprenderam.

Agradeço ao Prof. Dr. Antonio Ayrton Auzani Uberti, pela contribuição como orientador da pesquisa.

Agradeço aos Eng. Agr. Leandro do Prado Wildner, Evandro Spagnollo e Eloi Erhard Scherer e ao Téc. Agrícola Santo Parizotto, do Centro de Pesquisas para a Agricultura Familiar – Epagri/Cepaf, Chapecó/SC, pelas trocas de experiências, orientações e serviços prestados na área de análises laboratoriais.

Agradeço ao professor Gustavo Brunetto e ao técnico Francisco Vetúlio, do Departamento de Engenharia Rural do Centro das Ciências Agrárias da UFSC que disponibilizaram o Laboratório de Solos para que eu tivesse a oportunidade de realizar as análises de tecido vegetal.

A todos o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1 RELEVÂNCIA DA PESQUISA .....	15
1.2 HIPÓTESES .....	16
1.3 OBJETIVO GERAL .....	16
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
2.1 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO .....	18
2.2 A COMUNIDADE MICROBIANA E SUA DINÂMICA NA FERTILIDADE DO AGROECOSSISTEMA .....	19
2.3 PLANTAS DE COBERTURA E MANEJO DE SOLO .....	22
<b>2.3.1 Aveia preta</b> .....	23
<b>2.3.2 Nabo forrageiro</b> .....	24
<b>2.3.3 Ervilhaca comum</b> .....	24
<b>2.3.4 Utilização de adubos verdes em consórcio</b> .....	25
2.4 A FERTILIDADE DO AGROECOSSISTEMA.....	25
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	29
3.2 METODOLOGIA DE PESQUISA .....	32
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	38
4.1 AVALIAÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA SOBRE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO E O TEMPO NECESSÁRIO PARA RESTABELECER A PROTEÇÃO DO SOLO .....	38

4.2	PRODUÇÕES DE FITOMASSA NOS TRATAMENTOS DE ADUBOS VERDES E PLANTAS ESPONTÂNEAS .....	44
4.3	PLANTIO DO MILHO, MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS E UMA EXPERIÊNCIA DE PLANTIO DIRETO SEM O USO DE AGROTÓXICOS .....	48
4.4	COLETA DE FITOMASSA DE MILHO E AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO SOLO .....	53
4.5	ANÁLISES DE TECIDO VEGETAL COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE N, P E K NA CULTURA DO MILHO .....	55
4.6	COLHEITA E PRODUTIVIDADE DO MILHO .....	58
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>62</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>63</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>69</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ASCOOPER** – Associação das Cooperativas e Associações de Produtores Rurais do Oeste Catarinense.

**Cfa** – Clima Mesotérmico Úmido.

**CESAP** – Centro Elaboração Assessoria e Desenvolvimento de Projetos.

**Cepaf** – Centro de Pesquisa para a Agricultura Familiar.

**CTC** – Capacidade de Troca de Cátions.

**Epagri** – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

**MS** – Massa Seca.

**MV** – Massa Verde.

**SANEST** – Sistema de Análise Estatística.

**UFSC** – Universidade Federal de Santa Catarina.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do Estado de Santa Catarina com destaque para o município de Quilombo.....	30
Figura 2 - Croqui representando o delineamento experimental da pesquisa.....	33
Figura 3 - Cobertura do solo (%) em parcelas com adubos verdes com e o adubação orgânica, aos 14 dias após a semeadura .....	39
Figura 4 - Cobertura do solo (%) em parcelas com adubos verdes, com e sem adubação orgânica, aos 28 dias após a semeadura.....	40
Figura 5 - Cobertura do solo (%) em parcelas com plantas espontâneas, com e sem adubação orgânica, aos 14 dias após a implantação do trabalho de campo .....	42
Figura 6 - Cobertura do solo (%) em parcelas com plantas espontâneas, com e sem adubação orgânica, aos 28 dias após a implantação do trabalho a campo .....	43
Figura 7- Avaliação visual dos adubos verdes e das plantas espontâneas nas parcelas: (a) Adubação verde + adubação orgânica, (b) Adubação verde sem adubação orgânica, (c) Plantas espontâneas + adubação orgânica e (d) Plantas espontâneas sem adubação orgânica.....	44
Figura 8 - Produção de fitomassa (MV e MS $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1} \times 10$ ) em parcelas cultivadas com adubos verdes, com e sem adubação orgânica .....	45
Figura 9 - Produção de fitomassa (MV e MS $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1} \times 10$ ) em parcelas com plantas espontâneas que receberam ou não adubação orgânica.....	46
Figura 10 - Avaliação visual das condições de cobertura do solo nas parcelas com adubos verdes: (a) z dias após o manejo dos adubos verdes; (b) por ocasião da semeadura manual com saraquá; (c) detalhe do revolvimento promovido pela máquina manual de semeadura; e (d) desenvolvimento das plântulas de milho, após as primeiras semanas de Desenvolvimento.....	50

Figura 11- Avaliação visual do desenvolvimento do milho: (a e b) tratamentos manejados com plantas espontâneas e (c e d) tratamentos com adubos verdes .....	51
Figura 12 - Produção de fitomassa (MS kg.ha <sup>-1</sup> ) de milho em resposta ao manejo de adubos verdes ou de plantas espontâneas, com adubação orgânica antecipada e na semeadura .....	54
Figura 13 - Percentual de N, P e K (%) no tecido vegetal de plantas de milho cultivadas após o manejo de adubos verdes e plantas espontâneas, com adubação orgânica antecipada e na semeadura do Milho.....	56
Figura 14 - Número de espigas por hectare em parcelas com milho cultivado após adubos verdes ou plantas espontâneas e com adubação Orgânica antecipada e na semeadura .....	59
Figura 15 - Produtividade do milho (kg.ha <sup>-1</sup> ) em parcelas manejadas Com adubos verdes ou plantas espontâneas e com adubação orgânica antecipada e na semeadura .....	60

## RESUMO

A pesquisa foi realizada no município de Quilombo, região Oeste de Santa Catarina e teve como objetivo a avaliação do adubo orgânico sobre plantas de cobertura, visando o cultivo do milho. A pesquisa consistiu num experimento de campo onde foram utilizados tratamentos com adubos verdes em consórcio: aveia preta (*Avena strigosa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e tratamentos manejados com plantas espontâneas. A utilização do adubo orgânico nos tratamentos foi feito em períodos alternados entre abril e setembro. Através da pesquisa foi possível identificar que o manejo da adubação orgânica, contribuiu para aumentar a rapidez na cobertura do solo. Os tratamentos contendo adubos verdes, independente do manejo aplicado, possibilitaram o plantio direto do milho, sem utilização de agrotóxico, porém a quantidade de palhada sobre o solo dificultou o desenvolvimento do milho no período inicial. Através dos resultados da quantidade de fitomassa, análises de tecido vegetal e produtividade do milho, percebeu-se que a cultura obteve resultados semelhantes. Portanto a adubação orgânica manejada de forma antecipada, sobre plantas de cobertura não possibilitou incremento na produtividade do milho.

**Palavras-chave:** 1 Adubação orgânica. 2 Adubação verde. 3 Microbiologia de solo. 4 Fertilidade do solo. 5 Plantio direto.

## ABSTRACT

The research was conducted in the municipality of Quilombo, western Santa Catarina and aimed to evaluate the application of organic fertilizer on cover crops to increase fertility in agroecosystems. The research consisted of a field experiment where we used treatments with green manure intercropping: oat (*Avena sativa*), wild radish (*Raphanus oleiferus*) and vetch (*Vicia sativa*) and treatments witnesses, handled with weeds. The use of organic fertilizer treatments were done in alternating periods between April and September. Through research, we found that the organic fertilization on green manure contributed to a faster ground cover and may even increase in increase of dry mass. The treatments with green manure, applied independent of management allowed the tillage corn, without the use of pesticides, but the amount of trash on the ground hindered the development of maize in the initial period. The actions of microorganisms limited to immobility of nitrogen in the soil to promote decomposition of biomass. Through the results of the amount of biomass, plant tissue analysis and productivity of maize, it was realized that the culture obtained similar results. So the organic manure handled in advance, about cover crops do not increase higher productivity in maize.

**Keywords:** 1 Organic fertilization. 2 Green manuring. 3 Soil Microbiology. 4 Fertility soil. 5 Till.

# 1 INTRODUÇÃO

Na história da humanidade o homem sempre procurou conhecer a natureza para obter o “domínio” sobre as técnicas de produção de alimentos. Os alimentos significavam as condições básicas de sobrevivência das civilizações. Por exemplo: para se construir castelos e enfrentar duras batalhas, necessitava-se de pessoas e estas de alimentos, que por sua vez dependiam de solos férteis. Portanto, vestígios da antiguidade relatam que mesmo antes do nascimento de Cristo já havia registros sobre a tentativa do homem entender como ocorria a fertilidade nos solos. A fertilidade era considerada o nutrimento dado pelo solo às plantas.

Com a descoberta dos elementos solúveis na nutrição das plantas em 1842 por Liebig, passou-se a condicionar a noção de fertilidade do solo às condições químicas simplesmente. As indústrias e os grandes investidores econômicos avistaram grande perspectiva de rentabilidade neste setor e desta forma foram abortadas muitas das práticas construídas por camponeses ao longo de milhares de anos. As chamadas técnicas de substituição por insumos de síntese química, sob uma política de estado para dinamizar o novo modelo de agricultura, se fizeram fortes e prevalecem até os dias atuais.

As produções agrícolas, por muito tempo, se deram à custa da exploração dos recursos naturais e com o modelo agroquímico olhou-se muito para a produção e pouco para a saúde do solo. Isto tem proporcionado ao longo dos anos um constante esgotamento dos solos agrícolas, levando a um rumo de insustentabilidade dos meios de produção. Por isso faz-se cada vez mais necessário repensar nosso ambiente produtivo com práticas sustentáveis e é, neste contexto que este estudo aprofunda o tema “fertilidade do agroecossistema” na ótica da reconstrução de uma agricultura mais fértil e produtiva.

## 1.1 RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Aprofundar o tema fertilidade no agroecossistema é compreender a dinâmica produtiva desencadeada pela natureza, para a obtenção da subsistência da humanidade. Faz-se necessário compreender não apenas como produzir, mas como assegurar-se constantemente dos recursos necessários para a produção. O tema proposto nesta pesquisa é um grande desafio, até porque no momento poucas são as informações que tratam sobre o uso de adubos orgânicos nas culturas de inverno, principalmente àquelas destinadas à cobertura do solo.

## 1.2 HIPÓTESES

Nos tratamentos contendo adubação orgânica antecipada, sobre plantas de cobertura, esperam-se melhores resultados na cultura do milho, condições observadas pelas seguintes hipóteses:

- a) Haverá aumento da quantidade de fitomassa produzida pelas plantas de cobertura;
- b) Haverá condições de desenvolver o plantio direto sem agrotóxico, nas áreas manejadas com adubos verdes;
- c) Haverá melhor desenvolvimento das plantas de milho, em virtude da disponibilidade de nutrientes antecipado às plantas;
- d) Haverá aumento na produtividade da cultura o milho, em virtude do manejo antecipado da adubação orgânica.

## 1.3 OBJETIVO GERAL

Avaliar a fertilidade do agroecossistema, através do manejo antecipado da adubação orgânica, sobre plantas de cobertura visando o cultivo do milho.

#### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a proteção do solo com o manejo de plantas de adubo verde e plantas espontâneas;
- Realizar experiência de plantio direto da cultura do milho, sem agrotóxicos;
- Analisar o desenvolvimento da cultura do milho;
- Calcular a produtividade do milho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO

A matéria orgânica do solo pode ser definida como toda substância decomposta no solo que provenha de plantas, microrganismos, excreções de animais, quer da meso ou macro fauna morta (PRIMAVESI, 1987). Sua constituição é basicamente formada por C, H, O, N, S e P (MAYER, 2009). Em torno de 5% da estrutura de um solo é composto por matéria orgânica, formada principalmente pela ação dos microrganismos, sobre os restos de plantas e animais.

A matéria orgânica do solo exerce inúmeros processos como a estabilização dos agregados do solo, a estruturação do solo, a infiltração e retenção de água, a resistência à erosão, a capacidade de troca catiônica (CTC), a atividade biológica, a disponibilidade de nutrientes às plantas, a liberação de CO<sup>2</sup> e outros gases à atmosfera (MIELNICZUK, 2008).

Outras vantagens da presença de matéria orgânica no solo podem ser associadas ao aumento da capacidade de infiltração e retenção de nutrientes, evitando perdas por lixiviação, melhor estrutura de solo (fica mais friável) permitindo a presença de ar, mantendo a temperatura mais estável e o solo em constante atividade biológica.

Quando em situações de remoções excessivas, queimadas, solo descoberto e exposto ao sol e chuva, esta situação compromete a proteção do solo e a base alimentar dos microrganismos. O manejo do solo e das plantas determina a magnitude dos processos de adição ou perdas de matéria orgânica em um agroecossistema, mas normalmente causa mais perdas do que ganhos e isso promove ao longo do tempo, a degradação da qualidade do solo (MAYER, 2009).

Para minimizar este efeito negativo sobre o solo, recomenda-se que os agricultores realizem o plantio de adubos verdes, plantio direto de culturas sobre a palha e utilizam adubos

orgânicos, para que possam manter a biota do solo e reduzir as perdas decorrentes do manejo insustentável.

Nos solos tropicais a CTC da matéria orgânica pode representar a maior parte da CTC total do solo (MAYER, 2009). Nestas condições a matéria orgânica juntamente com altos teores de argila é de fundamental importância, pois não permitem que os nutrientes sejam lixiviados do solo (MAYER, 2009). Por isso, nas regiões tropicais, sistemas de preparo com mínima perturbação do solo e que propiciam a manutenção de resíduos na superfície são necessários para controle da erosão e para a redução da degradação do solo (LAL, 2000).

As raízes das plantas exercem importantíssima atividade de incorporação da matéria orgânica nas camadas profundas do solo, seja através da liberação de exsudatos e ou pela incorporação quando morrem. Estudos realizados por SILVA e MENDONÇA, 2007 afirmam que a cultura do milho por exemplo, pode produzir maior quantidade de matéria orgânica em seu sistema radicular se comparado a parte aérea da planta. As raízes podem fornecer cerca de três vezes mais material orgânico do que a parte aérea (FUNDESBURG, 2002; PINHEIRO MACHADO, 2004).

A forma como o solo e as plantas são manejados, determina os fluxos de adição e perdas de matéria orgânica no agroecossistema. Sob condição de manejo inadequado, as perdas superam as adições do material orgânico, promovendo a degradação da qualidade do solo, principalmente em regiões tropicais nas quais a atividade microbiana é mais intensa e, portanto requerendo maiores cuidados para amenizar as perdas de nutrientes. No agrossistema onde as atividades de cultivo requerem o uso intensivo do solo, estas necessitam de práticas que colaboram para amenizar as perdas de matéria orgânica para fins manter a fertilidade do solo.

## 2.2 A COMUNIDADE MICROBIANA E SUA DINÂMICA NA FERTILIDADE DO AGROECOSSISTEMA

Os microrganismos do solo são os seres mais antigos do planeta. Sua existência contribuiu para o equilíbrio do agroecossistema, permitindo assim de forma cíclica a continuidade de vida no planeta. Este ciclo inicia-se nas plantas clorofiladas que tem a capacidade de sintetizar carbono, luz e água em substâncias orgânicas, através do que chamamos de fotossíntese (PAULINO, 1992). Sua tarefa é transformar açúcar, amidos, proteínas e gorduras.

Desse processo, os microrganismos contribuem para decompor minerais e carbono dos animais e vegetais mortos e disponibilizá-los novamente ao agroecossistema de forma cíclica. Se não houvesse a destruição posterior destas substâncias de vegetais e animais, montes de plantas e animais mortos cobririam a terra e atulhariam os mares, terminando com a possibilidade de a vida continuar (PRIMAVESI, 1987).

Estes seres microscópicos formados por algas, bactérias, fungos são responsáveis por inúmeras reações bioquímicas no solo, influenciando positivamente no intemperismo das rochas e na ciclagem de nutrientes. A complexidade nos microrganismos digerir os alimentos e transformar em compostos orgânicos requer sobre tudo do trabalho em equipe.

Estes seres são de estrutura muito simples, não possuem boca e nem intestino. Quando encontram um meio adequado, instalam-se para se alimentar, onde este processo ocorre fora de sua estrutura celular. Os microrganismos excretam enzimas no solo para poder digerir seus alimentos. A maioria das bactérias possui somente uma ou no máximo três enzimas, enquanto que fungos e actinomicetos podem produzir mais enzimas. Desse modo as bactérias necessitam trabalhar em equipe, pois cada enzima é capaz de catalisar somente um único processo bioquímico de decomposição. A decomposição é uma sequência de oxidação e redução de uma substância orgânica à água e gás carbônico (PRIMAVESI, 1987, p 187).

Os vegetais em especial, exercem uma função muito importante na restauração e manutenção da vida do solo. Assim, são fundamentais na cobertura dos solos, alimentam os microrganismos, liberam nutrientes tais como nitrogênio, potássio, cálcio, carbono e fósforo, além de contribuir para a formação da bioestrutura que mantém a terra porosa (ARENALES; MENDONÇA, 2002).

A proliferação dos microrganismos é limitada pelo pH, riqueza mineral, temperatura e umidade do solo (PRIMAVESI, 1987). E todas as atividades que ocorrem no solo devem beneficiar os microrganismos, para que estes possam corresponder com a dinâmica da fertilidade do agroecossistema.

Para que ocorra a fixação de nitrogênio no solo, se faz necessário incorporar palhada superficialmente, adicionando ao mesmo tempo os elementos nutritivos carentes, especialmente fósforo e cálcio, mas também potássio e micronutrientes. Isso depende do solo. A fixação não ocorre quando a palhada for enterrada profundamente, nem quando o material orgânico e a adubação mineral forem aplicados em épocas diferentes. Deve se adubar especialmente para beneficiar os microrganismos (PRIMAVESI, 1987, p 187).

As atividades desenvolvidas pelos microrganismos do solo para o processo de decomposição de restos vegetais e animais, como vistos, desencadeiam diversas atividades, originando vários estágios microbiológicos e a produção de uma sequência de substâncias orgânicas de forma cíclica na natureza. Desta forma, deve-se estar sempre ciente de que cada processo químico desencadeado por um microrganismo é somente uma etapa no caminho da decomposição. Estes precisam encontrar condições

para que possam se desenvolver adequadamente e assim contribuir permanentemente para a fertilidade do solo.

### 2.3 PLANTAS DE COBERTURA E MANEJO DE SOLO

A agricultura brasileira nos anos 60 teve como marco a revolução verde, que tratou da transferência de tecnologias dos países de primeiro mundo como adubos químicos, sementes híbridas e agrotóxicos. O estado apoiou fortemente este modelo de produção, disponibilizando crédito, centros de pesquisa e apoio através da assistência técnica. A adoção deste modelo teve forte resistência por parte dos agricultores que adotaram do cultivo de plantas de cobertura como umas das alternativas na recuperação da fertilidade dos solos.

Dados recentes confirmam que a maioria dos agricultores recolhessem os efeitos positivos das culturas agrícolas, submetidas a cobertura vegetal, principalmente onde se adota sistema plantio direto (EMBRAPA,2004). Cultivos consecutivos onde se procura maximizar o rendimento das culturas econômicas levam ao esgotamento dos solos e apontam para a necessidade de rotação de cultura e reposição da matéria orgânica no solo. Segundo Calegari (2006) as plantas de cobertura são, normalmente, plantas utilizadas em rotação, sucessão ou consorciadas em cultivos, com finalidade de proteção superficial, manutenção e melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo a fim de promoverem o aumento do potencial produtivo do solo.

As plantas de cobertura, segundo DERPSCHE (1985), MONEGAT (1991) e CALEGARI (1993) melhoram a fertilidade natural do solo, evitam ao risco da erosão e ajudam a armazenar água no solo para as épocas de estiagem. A utilização de plantas de coberturas atua na melhoria da capacidade nutricional e estrutural do solo (WILDNER; DADALTO, 1992). O cultivo de plantas de cobertura, através de seus resíduos (cobertura morta), contribui ainda para a manutenção dos níveis de matéria orgânica e na base alimentar dos microrganismos.

Entre as espécies de cobertura pode-se encontrar inúmeras aptidões, entre elas: sistema radicular profundo, produção de massa seca, fixação biológica do nitrogênio, produção de sementes e decomposição dos resíduos. As principais espécies de inverno cultivadas no sul do Brasil pode-se citar a aveia preta, ervilhaca comum, azevém e o nabo forrageiro. Na hora do plantio das plantas de cobertura devem ser observadas estas características em benefício da cultura sucessora e resultados desejados na melhoria do solo.

As plantas de cobertura são práticas de grande relevância na melhoria da qualidade dos solos, principalmente pela incorporação de matéria orgânica e proteção do solo. Atualmente a busca por medidas imediatas de ganho econômico nos cultivos agrícolas, perfazem das plantas de cobertura uma alternativa importante para a fertilidade do solo, porém ainda pouco utilizada.

### **2.3.1 Aveia preta**

A aveia preta (*Aveia strigosa Schereb*) é conhecida pelos agricultores pela grande capacidade de produção de fitomassa, perfilhamento, controle de plantas espontâneas e melhoramento das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Aveia é uma cultivar muito utilizada para a implantação do plantio direto de culturas anuais, pois tem característica de depositar grande quantidade de palhada sobre o solo, contribuindo assim no controle de plantas espontâneas, bem como, sobre os efeitos alelopáticos.

De acordo com a Embrapa (2004) a aveia preta produz grande quantidade de resíduos que ajudam na agregação das partículas de solo, controle de fungos e boa relação carbono e nitrogênio. É uma espécie que pode ser usada em rotação de cultura sem restrição por parte da cultura sucessora (PORTAS, 2007). Como o caso de milho, feijão e soja.

A aveia preta como cobertura de solo se adapta muito bem no cultivo solteiro ou em consórcio. Suas características de grande

produção de fitomassa e controle de espontâneas, fazem uma das coberturas de inverno mais utilizadas no sul do Brasil, principalmente para a implantação do plantio direto de culturas anuais.

### **2.3.2 Nabo forrageiro**

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) é uma planta que tem como característica a grande capacidade de reciclar nutrientes, como nitrogênio e fósforo do solo. É uma planta muito vigorosa, pois em 60 dias pode cobrir 70% do solo. (MAUL, 2009). Possui sistema radicular pivotante (MONEGAT, 1991) e bastante profundo, podendo atingir mais de 2 metros, atuando no sentido de descompactar e oxigenar o solo (EMBRAPA, 2004).

O nabo forrageiro tem como característica positiva o crescimento inicial rápido, favorecendo na proteção do solo e no controle de plantas espontâneas, porém a decomposição dos resíduos é precoce, deixando o solo rapidamente descoberto. Seu plantio é muito recomendado, antecedendo as culturas de milho, soja e feijão.

### **2.3.3 Ervilhaca comum**

A ervilhaca (*Vicia sativa L.*) é uma planta da família das papilionáceas, tem a capacidade de fixar nitrogênio através da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium* (AITA et al, 2004). É recomendada para cultivo em rotação de culturas, principalmente antecedendo ao milho, arroz e sorgo (EMBRAPA, 2004). A ervilhaca proporciona uma adequada cobertura de solo, além de constituir-se em uma excelente forragem aos animais (SANTOS e REIS, 2003).

A ervilhaca comum consegue obter boa cobertura de solo, dado pelo seu hábito de crescimento trepador. Apresenta tolerância a solos ácidos, resistência à seca e a baixas temperaturas. Um dos pontos negativos da ervilhaca é seu

desenvolvimento inicial lento, o que favorece a concorrência com as plantas espontâneas. Contudo no final do ciclo ela consegue restabelecer um padrão de biomassa relevante, assegurando assim boa cobertura de solo.

### **2.3.4 Utilização de adubos verdes em consórcio**

A consorciação das plantas de adubos verdes exerce um fator de grande relevância na cobertura do solo, devido a complementariedade de funções entre as diferentes espécies. Bittencourt et al. (2009) verificou em seus estudos com plantas de cobertura de inverno que o consórcio entre centeio + ervilhaca e nabo forrageiro obteve o crescimento da ervilhaca sobre os talos deixados pelo nabo e fez com que a perda de cobertura ocasionada pela degradação do centeio fosse compensada, pois as espécies iniciaram e terminaram seus ciclos em momentos diferentes, portanto não ocorrendo competição nos estágios de maior desenvolvimento das culturas.

Em estudo realizado por Kieling et al. (2009) o trio de plantas de adubos verdes: aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro produziu quase o dobro de matéria seca por hectare em relação ao observado com a leguminosa em cultivo solteiro, reforçando a importância da utilização das plantas de cobertura de forma consorciada.

O consórcio de plantas de cobertura de solo é uma prática muito comum nas pequenas propriedades familiares do sul do Brasil, pois além de serem úteis para promover rotação, adubação e cobertura de solo, pode-se utilizar para complementar a alimentação dos animais como forragem.

## **2.4 A FERTILIDADE DO AGROECOSSISTEMA**

A fertilidade do agroecossistema pode ser verificada pela produção de biomassa vegetal, como base na vida dos

ecossistemas. Este processo está intimamente ligado à capacidade fotossintética<sup>1</sup> dos vegetais, onde transformam energia solar em energia química (MAYER, 2009). Esta síntese mediada pela luz solar é um processo energético de síntese eletromagnética, oferecida pelo sol (FERRI, 1985).

A fertilidade do agroecossistema<sup>2</sup> depende fundamentalmente da fotossíntese e da produção de fitomassa vegetal, pois são as plantas responsáveis pela entrada de energia no sistema, alimentando assim todas as formas de vida no agroecossistema (MAYER, 2009). As plantas são as principais fontes de matéria orgânica no solo, cuja presença pode se constituir num indicador de qualidade de solo. A quantidade de biomassa vegetal apontada ao sistema agrícola depende do tipo de cultura cultivada, manejo empregado e do sistema de produção (MIELNICZUK, 2008).

No sistema solo-planta, os nutrientes estão em um estado de constante transferência, pois as plantas os absorvem para utilização nos processos metabólicos, retornando ao solo ao fim do ciclo. Além da ciclagem de nutrientes no agroecossistema existem outras entradas e saídas de nutrientes, seja via adição de adubos orgânicos e fertilizantes, processos de intemperismo das rochas, fixação biológica e saídas via erosão, lixiviação, colheitas, volatilização e uso do fogo (NAIR, 1999). Embora a fertilidade não depende apenas dos minerais do solo, como geralmente é associado o termo. A água, luz e temperatura também são meios importantes na fertilidade do agroecossistema.

---

<sup>1</sup> Os vegetais fotossintetizadores captam a energia do sol e produzem ATP e NADPH, os quais são usados como fonte de energia para sintetizar carboidratos e outros compostos orgânicos a partir do carbono e hidrogênio, liberando simultaneamente oxigênio para a atmosfera (NELSO; COX, 2002).

<sup>2</sup> Um agroecossistema é criado quando a manipulação humana e a alteração de um ecossistema da lugar ao propósito do estabelecimento da produção agrícola (GLISSMAN, 1995).

Dentre os fatores que determinam a fertilidade em sistema agrícolas ou naturais no planeta, observa-se que a luz, água e temperatura adequada são mais determinantes do que os nutrientes minerais. Há culturas que podem se desenvolver em ambientes quimicamente pobres, mas não há culturas que se desenvolvam com restrição análoga de luz, de água e de temperatura. Isso é evidente em ecossistema naturais onde, mesmo sob condições químicas do solo extremamente desfavorável, a vegetação poderá ser exuberante desde que a luz e água sejam abundantes e a temperatura seja favorável (KHATOUNIAN, 2001, p 157).

A interação dos organismos vivos com o ambiente não é determinada somente pelos fatores externos, mas também pela estrutura dos próprios organismos. Segundo Scheller (1999) a reação dos organismos a um fator externo não se dá de forma linear, como uma reação direta de causa e efeito. Um organismo tem capacidade de desenvolver-se a partir de si e conquistar novas capacidades, reagindo de forma diferente ao mesmo impulso. Como o sistema é dinâmico, sua estrutura está em contínua mudança e por conta destas mudanças o meio também o está, ocorrendo um acoplamento estrutural, sempre mútuo, onde organismos e meio sofrem transformações.

De maneira geral as práticas agrícolas capazes de proporcionar aumento na produção de biomassa, sustentavelmente, contribuem para a ampliação da fertilidade do sistema, pois é através da biomassa que os nutrientes são transferidos de um nível trófico a outro. Biomassas resultantes de coberturas vegetais diversificados nutrem um complexo de organismos também diversificados, contribuindo para uma maior fertilidade do sistema. Isso acontece devido a uma diversidade de habitats e de alimentos que proporcionam uma cadeia alimentar mais complexa (KHATOUNIAN, 2001).

O manejo do solo com plantas de cobertura e as práticas de rotação de cultura que proporcionam uma diversificação do

sistema de produção, poderá auxiliar na nutrição de um conjunto de organismos. Quando se converte sistemas florestais para culturas anuais por um período prolongado, ocorre uma diminuição da produção de biomassa, que é a fonte primária de energia e nutrientes para todas as cadeias alimentares, resultando em um empobrecimento químico e biológico do solo (KHATOUNIAN, 2001).

Este mesmo autor tornou-se uma grande referência no tema “fertilidade do solo”, pois trás uma abordagem que permite considerar as interações e dinâmicas do solo, aliadas ao manejo da produção vegetal, manejo animal e as relações do homem com a natureza. A fertilidade real depende dos fatores químicos (mas não somente), físicos, biológicos e toda interação com os agentes bióticos e abióticos envolvidos no agroecossistema. Fertilidade pode ainda ser entendido como a capacidade de um agroecossistema auto sustentar-se, expressa através do desenvolvimento das plantas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida na propriedade do agricultor Júlio Rafaloski, localizado na comunidade de Linha Barra do Quilombo, no município de Quilombo, Estado de Santa Catarina (Figura 1). A área experimental localiza-se a 420 metros de altitude, em solo de origem basáltica, classificado como Cambissolo Háplico Distrófico típico (EMBRAPA, 2006).

O clima da região é classificado como Clima Mesotérmico Úmido – Cfa, sem estação definida, cuja temperatura média no mês mais quente é superior a 22 graus C, permitindo, portanto, cultivar safra e safrinha de culturas anuais de verão, como milho e feijão. (Santa Catarina, 1973).

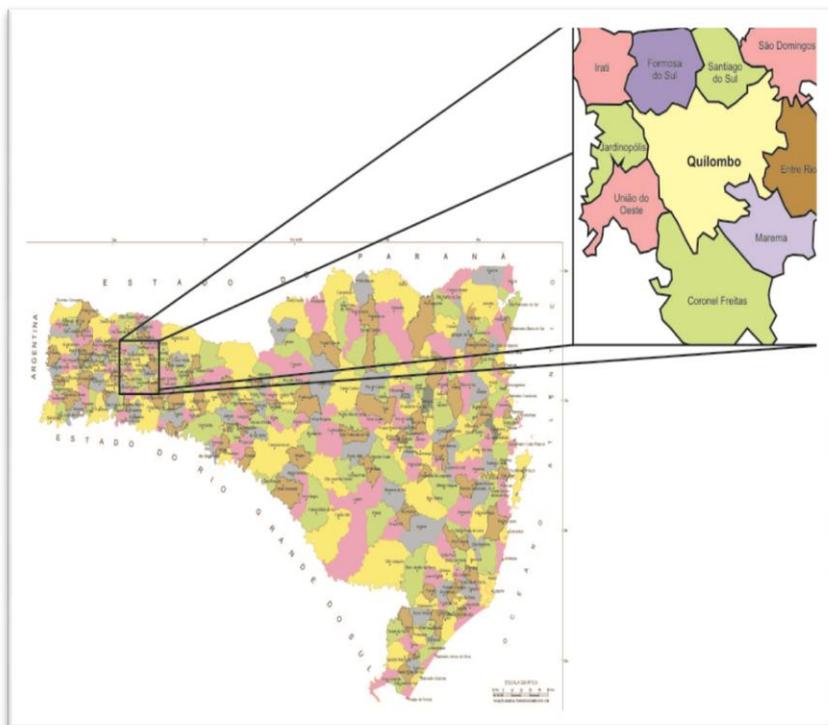


Figura 1 - Mapa do Estado de Santa Catarina com destaque para o município de Quilombo.

Fonte: [www.infoescola.com](http://www.infoescola.com) (2009)

O proprietário adquiriu esta propriedade, composta de 48.000 m<sup>2</sup> de terras no ano de 1985. Anteriormente inúmeros

proprietários já haviam explorado esta área, primeiramente para comercialização da madeira<sup>3</sup> e depois para a prática da agricultura.

Suas atividades consistiram na derrubada da mata ainda existente, queimando-a e efetuando o plantio de culturas anuais tais como milho e feijão, além de outros produtos de subsistência.

Segundo relatos do proprietário, esta área, nos anos 80, era muito fértil e produtiva. Não havia necessidade de utilização de adubos químicos, calagem e nem adubação nitrogenada para o cultivo de milho e feijão. E mesmo com as variedades crioulas, era possível obter produções muito satisfatórias. Nos anos 80 e 90 ainda se cultivava muito adubo verde, principalmente ervilhaca e aveia, o que permitia que o solo permanecesse fértil.

Em meados dos anos 80, no auge da difusão da “revolução verde”, juntamente com o forte incentivo da assistência técnica, passou-se a substituir as sementes crioulas por sementes híbridas e a adubação orgânica por fertilizantes químicos solúveis. O controle das ervas espontâneas que era feito manual ou mecanicamente, foi substituído pelo uso de agroquímicos.

Atualmente, a fertilidade do solo é muito baixa (solo distrófico, saturação de bases inferior a 50%), em decorrência de anos praticando a agricultura à custa da destruição dos recursos naturais. O solo descoberto, exposto às chuvas erosivas favoreceu a erosão laminar. A produção começou a reduzir, os custos de produção se elevaram, os preços se estabilizaram e o padrão de vida do campo sofreu retrocesso. Assim, os agricultores foram estimulados a maximizar ainda mais o uso do solo com plantios constantes e não mais aderindo às práticas de repouso do solo para a reposição da fertilidade do solo.

---

<sup>3</sup> Segundo registros históricos, contados por imigrantes do município, esta região foi explorada primeiramente com madeira nobre da floresta, formada por árvores centenárias. Em seguida as empresas colonizadoras subdividiram as áreas em pequenos lotes, denominados de colônias. Após 1940, chegaram às primeiras famílias de colonos vindos do estado do Rio Grande do Sul, na busca de terras férteis.

O proprietário é agricultor familiar e desenvolve a agricultura para complementar a alimentação dos animais domésticos que fazem parte do sustento da família. Por inúmeros anos esta área também foi explorada pelo pastoreio do gado e cultivo de produtos de subsistência familiar. A escolha do local se deve as características homogêneas e pelas condições de fácil acesso para as práticas de pesquisa.

### 3.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

No mês de fevereiro de 2011 iniciaram-se as atividades do experimento. Foi reservada uma área de 800m<sup>2</sup> para a instalação da pesquisa de campo. Amostras de solo e adubação orgânica<sup>4</sup> foram coletadas, devidamente identificados e encaminhados ao Laboratório de Análises de Solo do Centro de Pesquisa Para a Agricultura Familiar – Epagri/Cepaf, no município de Chapecó/SC, para análise química. A análise de solo revelou os seguintes resultados: argila 39 m/v; pH 5,7; P 8,5 mg/dm<sup>3</sup>; K 192,8 mg/dm<sup>3</sup> e M.O. 2,7 m/v. Foram constatados níveis baixos de matéria orgânica e níveis satisfatórios em P e K. O laudo da análise do adubo orgânico revelou os seguintes resultados: pH 6,6; N 3,94; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 7,28%; K<sub>2</sub>O 2,96%; Ca 4,11% e Mg 1,14 %. As recomendações foram realizadas a partir da interpretação das análises, na condição de 3.000 kg.ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico e 4.000 kg.ha<sup>-1</sup> de adubo orgânico.

No mês de abril de 2011, foi realizada uma gradagem leve para incorporação superficial do calcário ao solo. Após, realizou-se a demarcação das parcelas. Num total de 400 m<sup>2</sup>, foram demarcadas 16 parcelas de 25m<sup>2</sup> cada, com a seguinte distribuição

---

<sup>4</sup> Cama de peru adquirido de avicultores da região, amontoado e protegido para fermentação. O mesmo se encontrava a mais de 15 meses em processo de fermentação

de tratamentos: 8 parcelas contendo em comum o plantio de adubos verdes, sendo: 4 tratamentos com aplicação da adubação orgânica antecipada, junto ao plantio dos adubos verdes (mês de abril) e 4 tratamentos com aplicação da adubação orgânica posterior, junto ao plantio do milho (setembro). As demais parcelas restantes foram manejadas com plantas espontâneas, com a seguinte distribuição: 4 tratamentos com aplicação da adubação orgânica antecipada ( abril) e 4 tratamentos com aplicação da adubação Orgânica posterior, junto ao plantio do milho (setembro) (Figura 2).

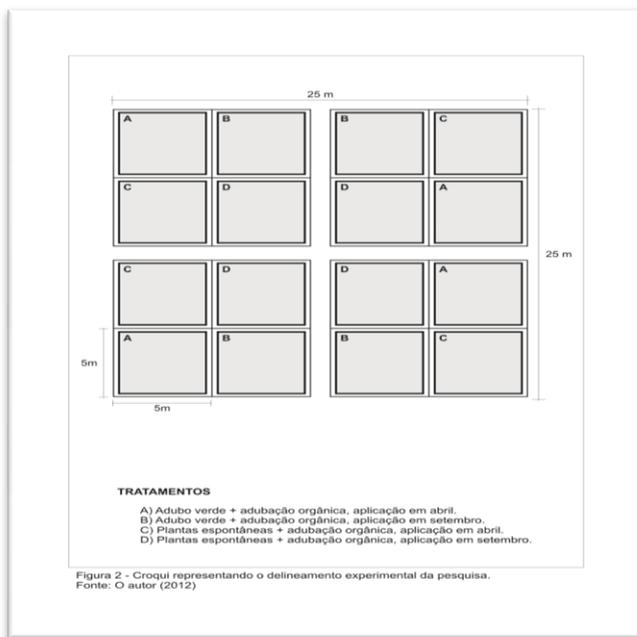


Figura 2 - Croqui representando o delineamento experimental da pesquisa

Com a demarcação da área no mês de abril, foi escolhida a ordem de ocupação dos tratamentos nas parcelas. Utilizou-se delineamento de blocos inteiramente causalizados com 4 tratamentos e 4 repetições. Após, foi realizada a aplicação do adubo orgânico, correspondente aos tratamentos que necessitavam da aplicação antecipada e da mesma forma o plantio do adubo verde. O adubo orgânico e os adubos verdes tiveram a quantidade por parcela, pesada e aplicada individualmente para tornar homogêneo a sua aplicação. Para os adubos verdes usou-se um consórcio de 3 espécies: aveia preta (*Avena strigosa Schereb*), ervilhaca comum (*Vicia sativa L.*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*), cujas sementes foram levemente incorporadas ao solo com a utilização de enxada.

A densidade de semeadura utilizada como base de cálculo, quando em monocultivo é de 90 kg/ha de centeio, 70 kg/ha para ervilhaca e 30 kg/ha para nabo forrageiro. Nos tratamentos com três espécies foi adotada a taxa de 40% da dose em monocultura para cada espécie, totalizando 120% (LANA, 2007). A partir deste estudo aplicamos em cada parcela 90 gramas de aveia, 70 gramas ervilhaca e 30 gramas de nabo forrageiro.

Inúmeras visitas foram realizadas para acompanhamento da pesquisa, sendo identificados, através do diário de campo e principalmente pelos registros fotográficos. A utilização da metodologia quadro trançado<sup>5</sup>, que possibilitou na avaliação da evolução da cobertura do solo das plantas de adubação verde e

---

<sup>5</sup> Pode-se dizer que é uma simplificação do método fotográfico. O método consiste na leitura direta da cobertura do solo a partir de um quadrado que possui 1m<sup>2</sup> de área. Neste quadrado são trançadas 10 linhas transversais entre si, que proporcionam a ocorrência de 100 intersecções. Nos pontos de intersecção, perpendiculares ao solo, são realizadas as leituras da cobertura, através de visadas de cima para baixo. A visada pode ser feita com auxílio de uma régua de aproximadamente 1 cm de diâmetro e 60 a 100 cm de comprimento. Caso coincida uma visada com parte de uma planta, resíduo ou pedra considera-se 1% de cobertura e assim por diante (VEIGA; WILDNER, 1993).

plantas espontâneas na proteção do solo. A metodologia consistiu na escolha de 2 parcelas de cada um dos tratamentos, realizados nos dias 14/05/2011 e repetidos no dia 28/05/2011.

No dia 02 de setembro de 2011, realizou-se uma coleta de plantas de adubos verdes e plantas espontâneas. Foram utilizadas 4 barras de madeira formando 1m<sup>2</sup>. Este foi colocado numa localização da parcela que pudesse representar a média dos respectivos tratamentos. O material coletado em cada parcela foi colocado em uma bolsa de estopa, devidamente identificado e pesado. Após pré-secagem por alguns dias, todo o material foi enviado ao Cepaf, para secagem em estufa (60°C) e posterior estimativa da produção total de fitomassa (kg.ha<sup>-1</sup>).

No dia 03 de setembro foi realizada a roçada nas parcelas com adubos verdes, no qual disponibilizavam de grande quantidade de fitomassa sobre o solo. Nas demais parcelas desenvolveram-se grande quantidade de plantas espontâneas de inverno e mesmo de verão, em virtude da ausência de geadas no período de inverno. Em virtude desta situação e por ser difícil o manejo mecânico desta vegetação, foi necessário realizar um manejo químico (dessecante) para realizar o plantio do milho, enquanto que nos tratamentos com adubos verdes, foi possível o plantio direto sem uso de agrotóxicos.

No dia 12 de setembro foi realizado o plantio do milho. Utilizou-se a variedade Pixurum 6, cultivar adquirida junto ao grupo de agricultores ecológicos do município de Formosa do Sul, estado de Santa Catarina. O plantio foi feito com máquina saraquá<sup>6</sup>, com regulagem de grão em grão. Usou-se o espaçamento de 1 metro entre fileiras e densidade de 4 plantas por metro linear. Os tratamentos que não receberam adubação orgânica, aplicação em abril, receberam adubação junto ao plantio do milho no mês de setembro. Ainda, foi realizado o plantio com

---

<sup>6</sup> Chamada pelos agricultores de saraquá, matraca ou pica-pau. Este equipamento é importante para a realização do plantio direto, pois ele remove muito pouco o solo, impedindo a incidência de plantas espontâneas no solo.

bordadura de 2,5 metros, para garantir uma maior representatividade em torno da área do experimento.

O ataque severo de pássaros, como saracuras e pombos, exigiram da construção de uma cerca elétrica com dois fios no entorno da área experimental. Utilizou-se também a exposição de “espantalhos” para inibir o ataque dos pássaros que danificavam o milho com a remoção da palhada em busca de insetos. Durante a germinação do milho, identificou-se a fragilidade com que as plântulas de milho se encontravam, principalmente nas áreas com mais quantidade de fitomassa.

Em meados do mês de outubro realizou-se uma capina para diminuir a competição entre plantas espontâneas e o milho. A capina foi realizada com facilidade em ambos os tratamentos, devido ao proprietário sempre adotar, severo controle químico. Portanto a área não tem histórico de grandes infestações de plantas espontâneas.

No início do mês de dezembro foi realizada uma coleta de plantas de milho nas 16 parcelas. O método consistiu na coleta de 1 m<sup>2</sup> de plantas de milho, sendo cortadas rente ao solo e ensacadas em bolsas de ráfia. O material parcialmente seco, devidamente identificado, foi enviado ao Cepaf, para secagem em estufa (60C°) e para posterior estimativa da produção de fitomassa (Kg MS.ha<sup>-1</sup>). Uma sub-amostra (seca e triturada) de cada amostra dos tratamentos de campo foi encaminhada ao Laboratório de Solos do Departamento de Engenharia Rural da UFSC para a realização de análises de N,P e K no tecido vegetal, com a participação do autor da pesquisa.

No dia 17 de janeiro de 2012, realizou-se a colheita do milho, de forma manual, coletando-se as espigas individualmente, de acordo com cada parcela. Em função da dificuldade encontrada inicialmente na germinação do milho, realizou-se, também, a contagem do número de espigas em cada parcela. A debulha das espigas ocorreu com auxílio de uma máquina manual, calculado separadamente em cada parcela. O milho foi colocado em bolsas

para secagem, após realizado teste de umidade e calculado sua produtividade.

Por fim, sistematizaram-se todos os dados obtidos da pesquisa, de modo aplicar o cálculo estatístico. A análise estatística para avaliação dos resultados foi realizada com o uso do programa SANEST (Sistema de Análise Estatística), constituindo-se de variância entre os tratamentos ao nível de significância de 5%. Lembrando que os dados do método quadro trançado não foram calculados estatisticamente, apenas usou-se da quantificação em porcentagem.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 AVALIAÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA SOBRE PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO E O TEMPO NECESSÁRIO PARA RESTABELECER A PROTEÇÃO DO SOLO**

Os tratamentos que receberam adubação orgânica influenciaram positivamente, pois contribuíram para maior rapidez no desenvolvimento das plantas, em decorrência da maior disponibilidade de adubação orgânica no solo. A rápida cobertura contribui para a proteção do solo contra a incidência direta do sol, alterando o balanço térmico do sistema, reduzindo o impacto das gotas de água, diminuindo a velocidade de escoamento superficial e favorecendo um habitat para a fauna edáfica diversa (PULLEMAN et al, 2005).

Assim, com o manejo das plantas foi possível obter maior área de cobertura e conseqüentemente maior proteção do solo (Figura 3).

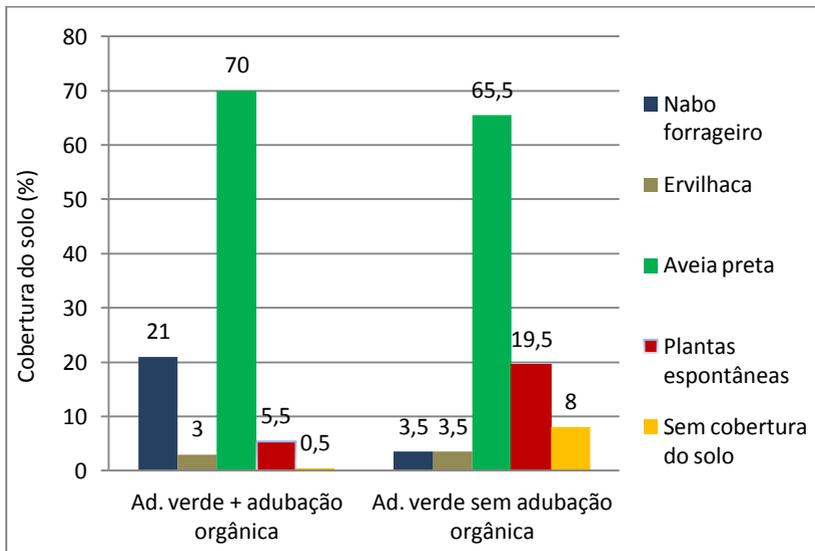


Figura 3 – Cobertura do solo (%) em parcelas com adubos verdes com e sem adubação orgânica, aos 14 dias após a semeadura.

Fonte: O autor (2012)

Aqui tem se destacado a aveia preta, independente do manejo da adubação orgânica. A aveia preta como cobertura de solo se destaca na redução da erosão e escoamento superficial, no aumento da infiltração de água, ciclagem de nutrientes, controle das plantas espontâneas, além de outros benefícios ao solo. (BOLINDER, 1999; FRANCHINI et al, 1999; SPAGNOLLO, 2000; AMADO et al.; 2000; CALEGARI, 2006). Enquanto o nabo forrageiro prevaleceu melhor nos tratamentos contendo adubação orgânica. No tratamento contrário, sem adubação orgânica foi comprometido parcialmente pelo ataque de insetos.

Após duas semanas, com objetivo de reavaliar o desempenho das plantas de adubos verdes na cobertura de solo, reaplicou-se o quadro trançado. Os dados apresentaram que ambos

os tratamentos demonstraram-se eficientes na cobertura do solo, inclusive os tratamentos sem adubação orgânica. Embora seja importante reafirmar que os tratamentos manejados com adubação orgânica, foram mais eficientes na cobertura do solo, comparado aos tratamentos sem adubação orgânica, devido à rapidez com que estabeleceu a cobertura (Figura 4).

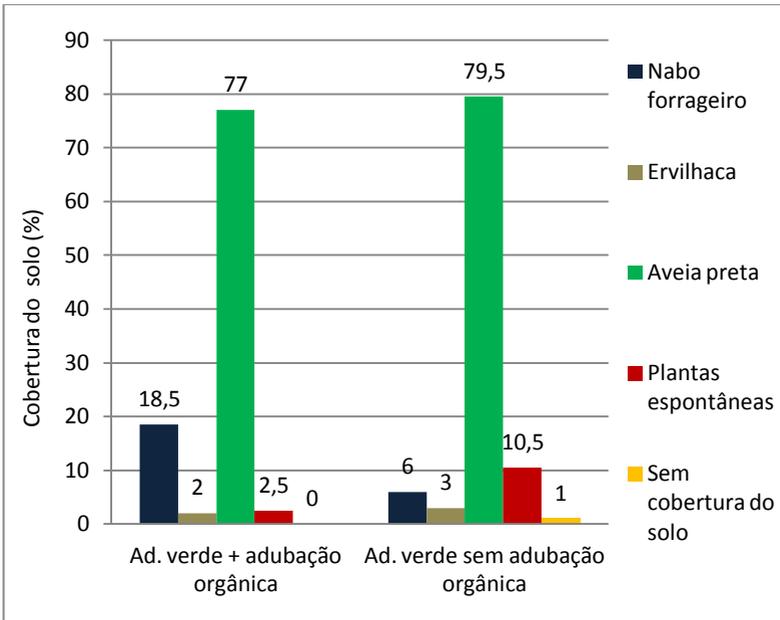


Figura 4 – Cobertura do solo (%) em parcelas com adubos verdes, com e sem adubação orgânica, aos 28 dias após a semeadura.

Fonte: O autor (2012)

A ervilhaca, tanto na primeira, quanto na segunda coleta de dados, demonstrou-se pouco produtiva em termos de produção de biomassa. A ervilhaca tem como característica menor

desenvolvimento inicial, ao contrário da aveia e nabo forrageiro. Como adubo verde ela é muito utilizada por ser uma leguminosa, com capacidade de fixar nitrogênio atmosférico no solo para contribuir na diminuição da relação carbono/nitrogênio (C/N) de modo facilitar a decomposição de resíduos orgânicos. No cultivo consorciado entre leguminosas e gramíneas, as leguminosas geralmente apresentam menor produção de fitomassa. Porém é recomendável e benéfico utilizar espécies de decomposição rápida de resíduos, em associação com as de decomposição mais lenta (MONEGAT, 1991) para auxiliar na decomposição das plantas de cobertura.

Inicialmente os tratamentos manejados com plantas espontâneas que receberam adubação orgânica, foram mais eficientes na produção de biomassa se comparados aos tratamentos sem adubação orgânica. Nos tratamentos sem adubação orgânica ocorreu um processo inverso, ou seja, menos plantas espontâneas e conseqüentemente mais áreas sem cobertura. Portanto, avaliou-se, como aspecto positivo a presença de plantas espontâneas<sup>7</sup>, que no período de inverno, ajudaram a proteger o solo, como cobertura verde. (Figura 5).

---

<sup>7</sup> Plantas espontâneas também conhecidas como “plantas daninhas”, porém neste trabalho consideramos equivocada tal denominação, por ponderar os benefícios das mesmas para o sistema de produção. Espontânea: planta que vegeta sem interação humana (FERREIRA, 1999).

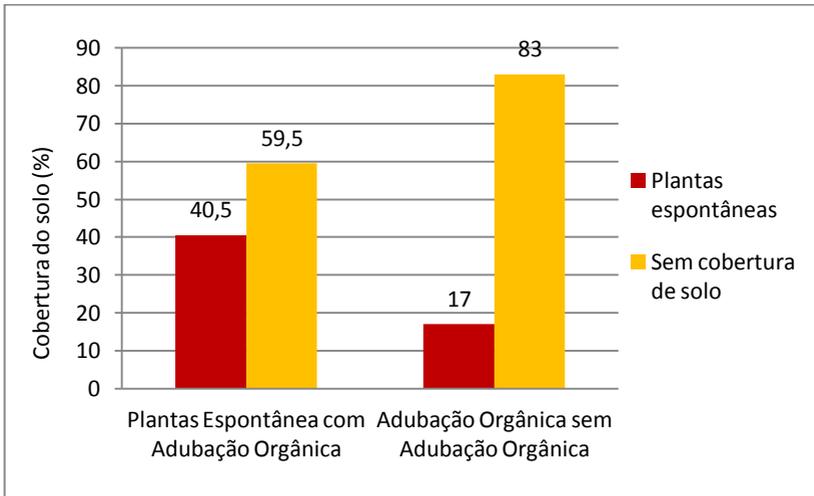


Figura 5 – Cobertura do solo (%) em parcelas com plantas espontâneas, com e sem adubação orgânica, aos 14 dias após a implantação do trabalho de campo.

Fonte: O autor (2012)

Passadas duas semanas os tratamentos com plantas espontâneas, manejados com adubação orgânica tiveram maior rapidez na cobertura do solo, com plantas. Enquanto os tratamentos sem adubação orgânica atingiram menor porcentagem de plantas espontâneas, portanto maior área sem cobertura. Do ponto de vista da eficiência na proteção do solo, confirmou-se com os tratamentos de adubos verdes, sendo que as áreas manejadas com plantas espontâneas ainda não haviam atingido 60% de cobertura sobre o solo (Figura 6).

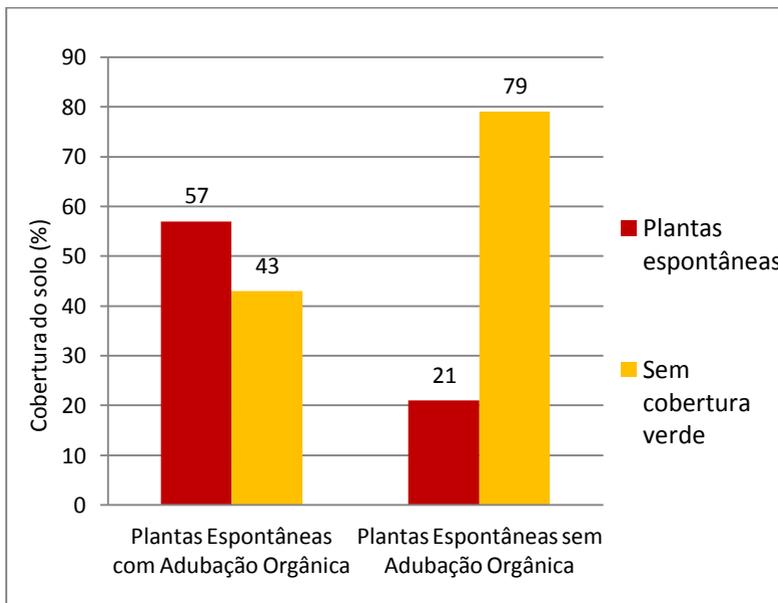


Figura 6 – Cobertura do solo (%) em parcelas com plantas espontâneas, com e sem adubação orgânica, aos 28 dias após a implantação do trabalho a campo.

Fonte: O autor (2012)

Como observado nas figuras (3 e 4) o manejo da adubação orgânica sobre os adubos verdes demonstraram-se mais eficientes, ao proporcionar maior rapidez na proteção do solo. Os tratamentos manejados com plantas espontâneas, figuras (5 e 6), com adubo orgânico, tiveram resultados satisfatórios, porém não se compara aos tratamentos contrários, manejados com adubos verdes. Portanto faz parte da dinâmica da natureza se auto proteger com plantas, embora seja dada aos solos férteis a grande capacidade de produção de fitomassa, assegurando assim a capacidade do solo se auto regenerar.

#### 4.2 PRODUÇÕES DE FITOMASSA NOS TRATAMENTOS DE ADUBOS VERDES E PLANTAS ESPONTÂNEAS

Os tratamentos que foram manejados com adubos verdes (a e b) produziram três vezes mais fitomassa por área em relação aos tratamentos manejados com plantas espontâneas (c e d). A quantidade de fitomassa no solo, representa maior atividade biológica e conseqüentemente contribui no equilíbrio entre solo e as plantas (Figura 7).



Figura 7- Avaliação visual dos adubos verdes e das plantas espontâneas nas parcelas: (a) Adubação verde + adubação orgânica, (b) Adubação verde sem adubação orgânica, (c) Plantas espontâneas + adubação orgânica e (d) Plantas espontâneas sem adubação orgânica.

Fonte: O autor (2012)

Os números indicam que os tratamentos com adubos verdes com adubação orgânica, tiveram resultado de 41.250 kg de MV/ha e os tratamentos manejados sem adubação orgânica 32.250 kg de MV/ha. Quanto à produção de massa seca os tratamentos com adubação orgânica, apresentaram 6.840 kg de MS/ha. Enquanto os tratamentos sem adubação orgânica 6.952 kg de MS/ha. Ambos os manejos não apresentaram variações significativas do ponto de vista estatístico (Figura 8).

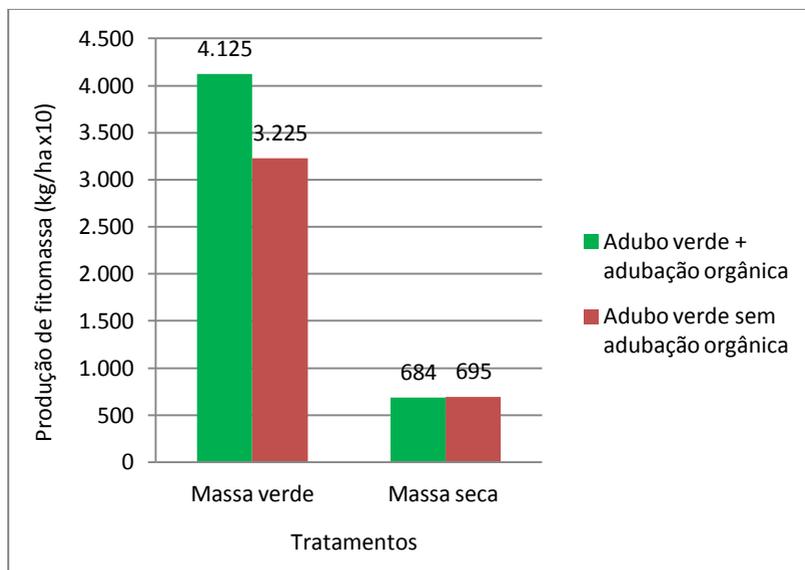


Figura 8 - Produção de fitomassa (MV e MS  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1} \times 10$ ) em parcelas cultivadas com adubos verdes, com e sem adubação orgânica.

Fonte: O autor (2012)

Nos tratamentos manejados com plantas espontâneas, avaliou-se a quantidade de massa verde e massa seca das plantas sob manejo diferenciado da adubação orgânica. Nos tratamentos com adubo orgânico obteve-se 13.000 kg de MV/ha e que resultou em 2.540 kg de MS/ha, enquanto os tratamentos sem utilização de adubos orgânicos 12.000 kg de MV/ha e 2.430 kg de MS/ha (Figura 9).

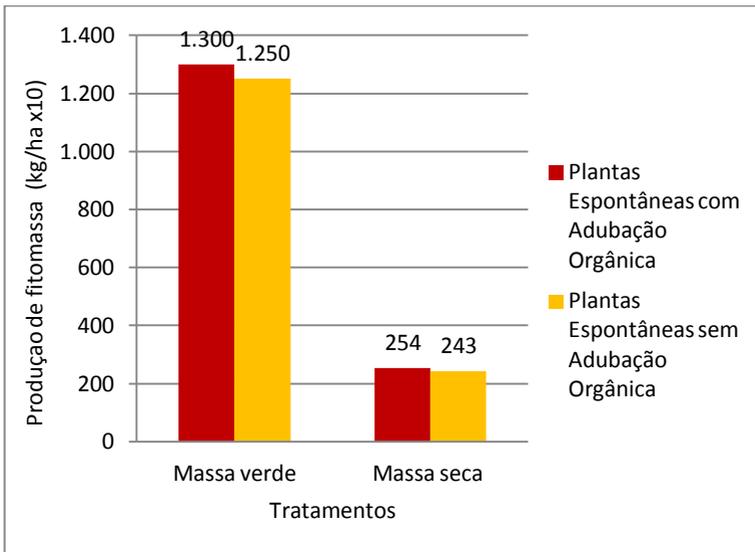


Figura 9 - Produção de fitomassa (MV e MS  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1} \times 10$ ) em parcelas com plantas espontâneas que receberam ou não adubação orgânica.

Fonte: O autor (2012)

Nos tratamentos contendo plantas espontâneas não foram semeadas plantas de cobertura, apenas manejadas para que a própria natureza pudesse recompor de forma natural a vegetação. As plantas que predominaram neste ambiente, são conhecidas popularmente por: picão preto, picão amarelo, erva raposa, milhã e trevinho amarelo. Também não foram observadas diferenças de plantas espontâneas nos tratamentos, que disponibilizavam ou não, adubação orgânica.

Ao analisar os dados da pesquisa com outros estudos que tiveram o mesmo enfoque de medir a quantidade de fitomassa de plantas, sob condições de manejo da adubação orgânica, identificamos contrastes nos resultados. A aplicação de fertilizantes, como cama de aves, na cultura de aveia influenciou no aumento da produção de MS (IAPAR, 1992) em virtude da maior disponibilidade de nutrientes no solo. A fertilidade do solo pode estimular as plantas produzirem maior quantidade de fitomassa. Estudos afirmam que florestas sobre um solo de baixa fertilidade, geralmente retornam menor quantidade de material de serapilheiras em relação a solos mais férteis (CORREIA; ANDRADE, 2008).

Era esperado que as plantas de cobertura pudessem aumentar a produção de fitomassa com o incremento de fertilidade no solo. Vários estudos também confirmam este fato, porém a pesquisa não se confirmou. Isto nos remeteu a concluir que os tratamentos com adubos verdes, não se desenvolveram de forma homogênea a ponto de comparar os tratamentos. Inicialmente o nabo forrageiro no manejo sem adubação orgânica foi parcialmente comprometido pelo ataque de insetos, consequentemente passou a favorecer o desenvolvimento da aveia preta e da ervilhaca comum. A utilização do adubo orgânico alterou o estágio vegetativo da aveia preta, alterando assim na produção de fitomassa.

Os resultados da pesquisa não confirmaram aumento na produção de fitomassa de acordo com a disponibilidade da adubação orgânica no solo. A desproporcionalidade dos adubos verdes nos tratamentos gerou alteração nos dados. A pesquisa foi importante e confirmou que os adubos verdes são plantas com grande característica de produção de fitomassa, se comprados às espontâneas e as plantas manejadas com adubação orgânica, podem sim responder positivamente com maior incremento de fitomassa no solo.

#### 4.3 PLANTIO DO MILHO, MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS E UMA EXPERIÊNCIA DE PLANTIO DIRETO SEM O USO DE AGROTÓXICOS

O plantio direto se consolidou como uma grande alternativa aos problemas ambientais, enfrentados pela agricultura atual, que até então eram submetidos ao preparo convencional do solo (aração e gradagem). Os problemas de erosão, assoreamento dos rios e perda da capacidade produtiva dos solos eram considerados os principais problemas do manejo convencional. Com o sistema plantio direto, obteve-se diminuição das perdas de solo (DERPSCH et al, 1991). O plantio direto pode ser definido como a operação de semeadura das culturas em solos não preparados mecanicamente, nos quais se abre apenas um sulco que tem largura e a profundidade suficientes para obter a cobertura da semente, sem qualquer outra preparação mecânica (PHILIPS & YOUNG, 1973). O único distúrbio no solo é causado pela plantadeira que corta a palhada e o solo na linha de plantio das culturas.

Nas atividades de plantio direto do milho sem agrotóxicos, identificou-se as seguintes características nos tratamentos manejados com adubos verdes: Os tratamentos com adubação orgânica, a aveia preta, encontrava-se em fim de ciclo, o nabo forrageiro em pleno florescimento e a ervilhaca entrando em pico de produção. Nos tratamentos sem adubação orgânica, a aveia

preta encontrava-se em fase de maturação, o nabo forrageiro mostrava-se em pleno florescimento, porém em menor quantidade de plantas e a ervilhaca, entrando em pico de produção de massa verde.

A realização do acamamento das plantas de adubação verde para a realização do plantio direto foi realizado quando as plantas do consórcio atingiram o pleno florescimento. Nesta ocasião as plantas também concentram o rendimento máximo de fitomassa e tornaram-se importante mecanismo de controle de plantas espontâneas. O principal problema encontrado nos processos de conversão tem sido o controle das espontâneas (LANA, 2007). A palha mantida sobre o solo, por exemplo, pode afetar a emergência das plantas espontâneas por três processos distintos: o físico, o biológico e o químico, com possíveis interações entre eles (PITELLI; DURIGAM, 2001).

Em função da grande quantidade de massa seca sobre o solo foram aguardados 10 dias para se efetuar o plantio do milho. Os 10 dias foram suficientes para acamar a grande quantidade de fitomassa, sem comprometer a cultura do milho com a germinação de espontâneas (Figura 10).

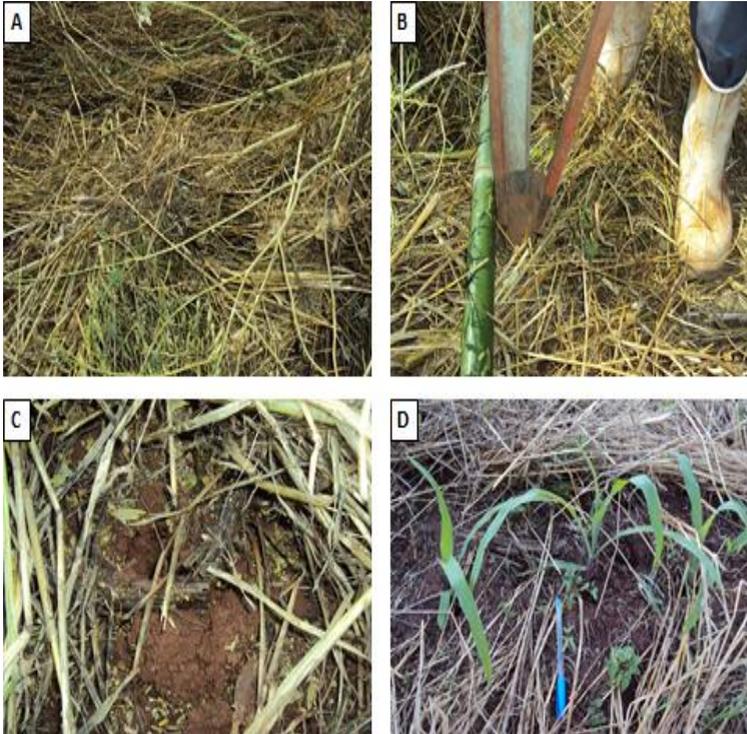


Figura 10 – Avaliação visual das condições de cobertura do solo nas parcelas com adubos verdes: (a) dez dias após o manejo dos adubos verdes; (b) por ocasião da semeadura manual com saraquá; (c) detalhe do revolvimento promovido pela máquina manual de semeadura; e (d) desenvolvimento das plântulas de milho, após as primeiras semanas de desenvolvimento.

Fonte: O autor (2012)

Na germinação do milho perceberam-se grandes contrastes nos tratamentos manejados com plantas espontâneas (a e b) com tratamentos contendo adubos verdes (c e d). É possível perceber uma melhor sanidade de plantas, bem como a manutenção de um

maior número de plantas por área em tratamentos manejados sem adubos verdes (Figura 11).

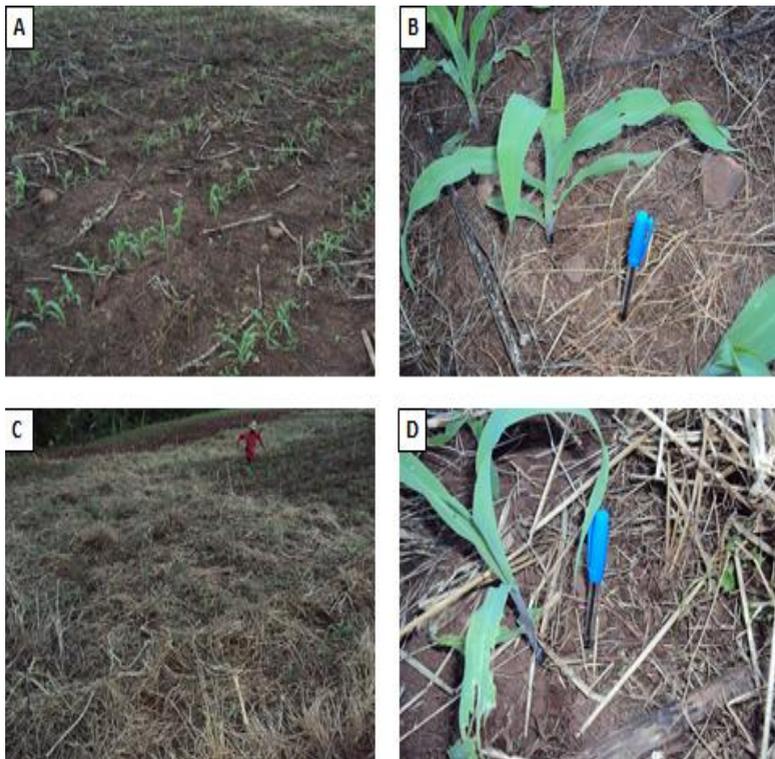


Figura 11 - Avaliação visual do desenvolvimento do milho: (a e b) tratamentos manejados com plantas espontâneas e (c e d) tratamentos com adubos verdes.

Fonte: O autor (2012)

A partir deste fato, concluiu-se que quanto maior a quantidade de palhada sobre o solo, maior será a concorrência de nutrientes, entre plantas, devido um “sequestro de nutrientes”.

Quando o sistema plantio direto é adotado, uma das primeiras alterações que ocorrem em relação ao sistema convencional é a manutenção de restos de culturas sobre a superfície do solo. Com isso toda a dinâmica dos nutrientes é alterada, inclusive do nitrogênio. Isso se deve especialmente pelo aumento da matéria orgânica do solo (MACHADO, 1976, PARRA, 1984; SÁ 1993) e manutenção da cobertura morta e conseqüentemente aumento da atividade biológica (CATTELAN & VIDOR, 1990; BALLOTA et al.; 1996).

No mês de outubro foi realizada a capina das plantas espontâneas na cultura do milho. Identificamos não ter diferença nos tratamentos com manejo da adubação orgânica antecipada, pois ambos tinham semelhanças na quantidade de plantas e espécies. Admite-se que a área não tem histórico de infestações de plantas espontâneas de verão, devido rigoroso controle químico em anos anteriores.

Após a capina, no mês de novembro o milho teve um bom desenvolvimento e sobressaiu sobre a ação das plantas espontâneas. O solo permaneceu com certa quantidade de plantas espontâneas, mas sem comprometer a cultura do milho. Em muitos casos a presença de vegetação espontânea não pode ser relacionada a prejuízos. É possível uma convivência com a cultura, sem maiores danos econômicos, pois o grau de competição entre ambos é afetado pelo arranjo espacial das plantas, pela densidade e época de plantio da cultura, pela seqüência, mistura ou consórcio de culturas, pelas plantas de cobertura e cobertura morta (ALTIERI, 2002).

Portanto, identificou-se que as áreas contendo adubos verdes, independente do manejo da adubação orgânica, possibilitaram realizar o plantio direto do milho, sem o uso de agrotóxicos. As grandes quantidades de fitomassa no solo alteraram o desenvolvimento da cultura do milho, devido a um sequestro de nutrientes, ao passo que os tratamentos manejados com plantas espontâneas, produziram menor quantidade de fitomassa. As espontâneas na cultura do milho tiveram

comportamento semelhante em ambos os tratamentos, porém admite-se que a área não tem histórico de grandes infestações de plantas espontâneas.

#### 4.4 COLETA DE FITOMASSA DE MILHO E AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO SOLO

A pesquisa confirmou não haver variações na quantidade de fitomassa da cultura do milho, entre os tratamentos. Embora tenha sido identificado um pequeno recuo na produção de massa seca da cultura do milho, em relação aos tratamentos manejados com plantas espontâneas. A ação dos microrganismos sobre a palhada pode ter prejudicado o desenvolvimento vegetativo da cultura do milho, principalmente no início do seu desenvolvimento. Motivo que os nutrientes foram sequestrados na biomassa das plantas de adubos verdes (Figura 12).

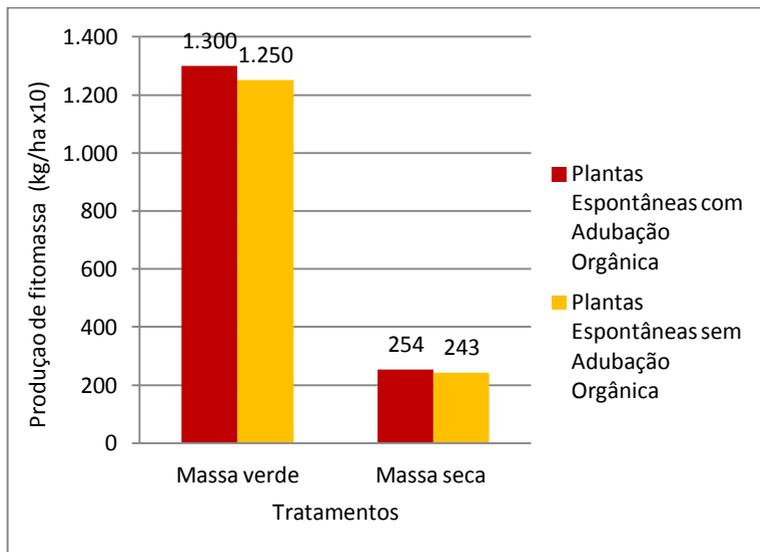


Figura 12 - Produção de fitomassa (MS kg.ha<sup>-1</sup>) de milho em resposta ao manejo de adubos verdes ou de plantas espontâneas, com adubação orgânica antecipada e na semeadura.

Fonte: O autor (2012)

Alguns estudos asseguram da necessidade da aplicação de N para promover aumento na taxa de decomposição de resíduos (MENGEL, 1996). Outra constatação apresenta que a flora microbiana tem dificuldade de acesso ao N dos resíduos vegetais da superfície do solo (WIETHOLTER, 1996). Cabe ressaltar que não foram utilizadas fontes de N em cobertura na cultura do milho, apenas adubo orgânico.

No entanto não identificamos variações significativas na fitomassa da cultura do milho entre os tratamentos. Este resultado ainda depende muito da fertilidade natural do solo, do manejo de plantas e a fonte de matéria orgânica utilizada.

#### 4.5 ANÁLISES DE TECIDO VEGETAL COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE N, P E K NA CULTURA DO MILHO

A disponibilidade de minerais contidos nos adubos verdes para as culturas comerciais, neste caso o milho, verificou-se também não haver grandes variações entre os tratamentos desenvolvidos com adubos verdes ou plantas espontâneas, manejados com e sem adubação orgânica. Segundo Alvarenga et al. (1995), afirmam que o fato de uma espécie de adubo verde reter grande quantidade de nutrientes, não significa que eles estejam prontamente disponíveis à cultura seguinte (Figura 13).

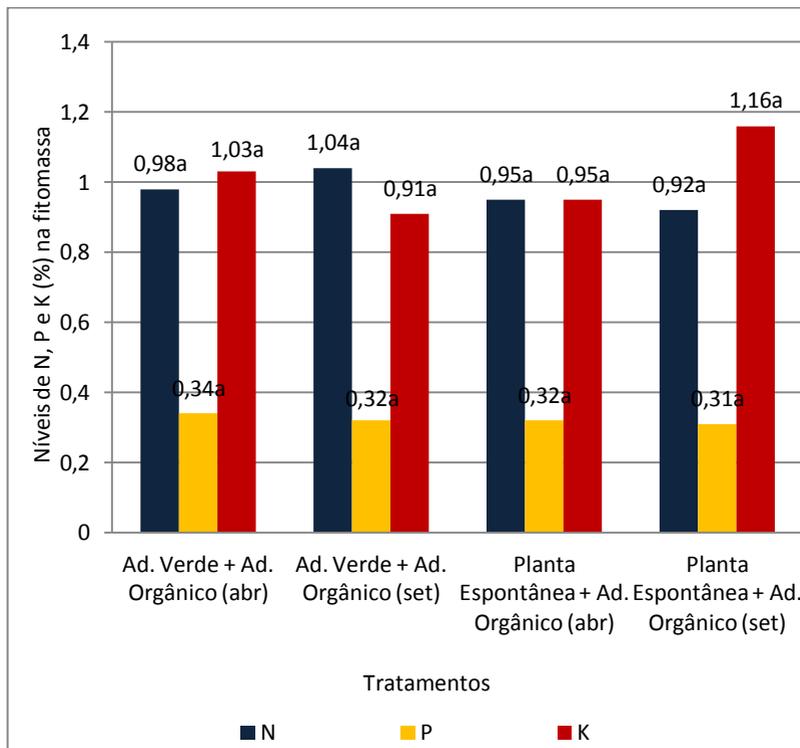


Figura 13 – Percentual de N, P e K (%) no tecido vegetal de plantas de milho cultivadas após o manejo de adubos verdes e plantas espontâneas, com adubação orgânica antecipada e na semeadura do milho.

Fonte: O autor (2012)

O nitrogênio, elemento considerado básico no crescimento das plantas, é disponibilizado às plantas através da aplicação de materiais orgânicos, fertilizantes químicos e fixação biológica no solo. O teor de nitrogênio varia de acordo com a espécie, seu

desenvolvimento e estado nutricional. Os dados da pesquisa não apresentam variações, isso significa que as plantas de milho, conseguiram neste estágio vegetativo, “recuperar” parte do nitrogênio sequestrado na palhada das plantas de adubos verdes.

Normalmente a eficiência da adubação nitrogenada é menor no sistema de plantio direto, principalmente na fase inicial de desenvolvimento da cultura, em parte decorrente da alta relação C/N dos resíduos vegetais, que acarreta uma maior imobilização microbiana do N aplicado. Porém esta imobilização pela biomassa do solo é temporária e, à medida que ocorre a morte dos microrganismos estes são mineralizados pelo restante da biomassa, liberando os nutrientes imobilizados. É preciso aumentar a eficiência da adubação nitrogenada caso queira obter melhores produtividades (SCHERER, 2001, p 48).

O fósforo é o elemento considerado imprescindível para que as plantas possam produzir flores, frutos e sementes. Este elemento trabalha no solo de forma mais lenta, necessitando assim uma ação mais efetiva dos microrganismos sobre a matéria orgânica para que possa disponibilizar novamente as plantas. O aproveitamento dos nutrientes nos adubos orgânicos é relativo ao trabalho dos microrganismos e como se trata de um material orgânico, depende das condições de temperatura e umidade para haver decomposição.

O potássio exerce uma função importante na resistência às plantas contra doenças e efeitos climáticos. Este elemento é disponibilizado facilmente a partir da ação dos microrganismos nas plantas. Enfatiza-se que os solos da região em estudo por terem origem basáltica, disponibilizam grandes quantidades deste elemento no solo.

Através das análises de tecido vegetal foi possível concluir que não houve variações entre os tratamentos desenvolvidos com adubos verdes e plantas espontâneas, independente do manejo da adubação orgânica. Isto significa que as plantas de milho conseguiram recuperar os minerais contidos nas plantas, através da atividade dos microrganismos do solo e assim assegurar bom desenvolvimento das plantas de milho. Através da análise de solo, também identificamos que a área se encontrava em condições satisfatórias de fertilidade o que pode ter contribuído para os resultados da pesquisa.

#### 4.6 COLHEITA E PRODUTIVIDADE DO MILHO

Para este momento foi considerado conveniente identificar a quantidade de espigas por tratamento, pois houve uma grande perda de plantas na área do experimento. No momento de plantio do milho usamos regulagem para 40.000 plantas por hectares e através do cálculo do número de espigas, identificou-se não haver variações entre os tratamentos. Através dos resultados, ora expostos, é importante salientar que os tratamentos com adubos verdes foram os que mais prejudicaram inicialmente a cultura do milho, devido os efeitos da decomposição das plantas de cobertura, mas com a disponibilidade de nutrientes (dado aos poucos), algumas plantas produziram 2 espigas por planta. Portanto houve uma manifestação natural das plantas que suprimiram o número de espigas na área (Figura 14).

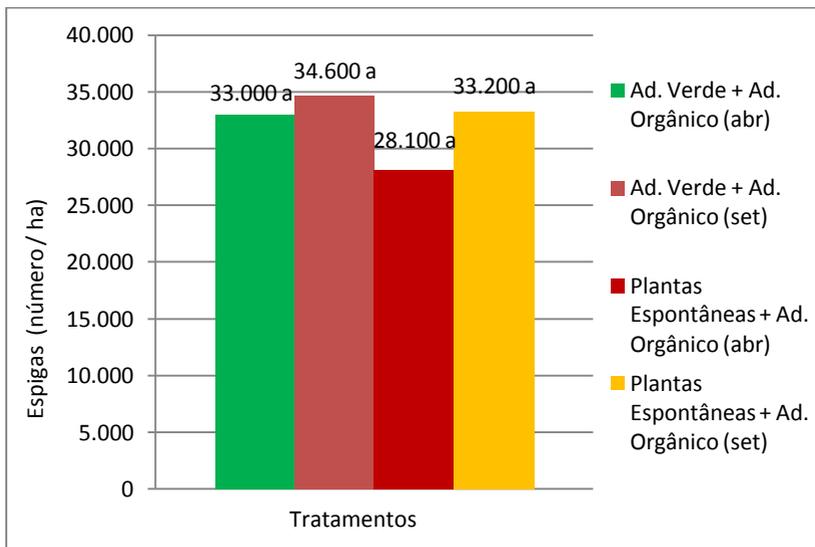


Figura 14 – Número de espigas por hectare em parcelas com milho cultivado após adubos verdes ou plantas espontâneas e com adubação orgânica antecipada e na semeadura.

Fonte: O autor (2012)

Na produção do milho em grãos a pesquisa reconfirmou não haver variações entre os tratamentos. Mesmo havendo um pequeno recuo na produtividade do milho em tratamentos desenvolvidos com plantas de adubos verdes. Portanto o aumento no número de espigas não representou aumento na produção em grãos na cultura do milho (Figura 15).

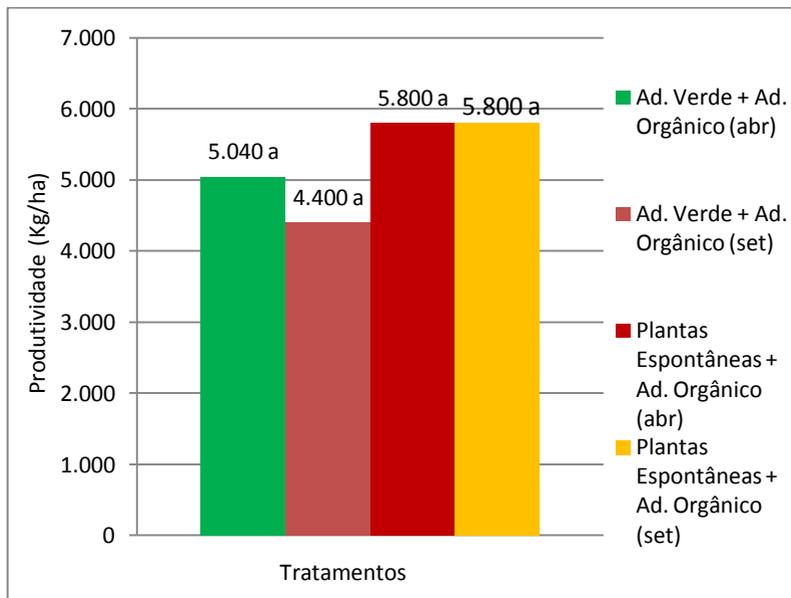


Figura 15 – Produtividade do milho ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) em parcelas manejadas com adubos verdes ou plantas espontâneas e com adubação orgânica antecipada e na semeadura.

Fonte: O autor (2012)

Estatisticamente os dados deste processo são positivos para a pesquisa, pois foi provado que o milho tem uma produção similar entre as áreas de plantio direto do milho sem agrotóxico e as áreas com utilização de agrotóxicos. Estes dados são importantíssimos, pois prova que é possível produzir milho na mesma escala de produtividade sem o uso de agrotóxicos. Note-se, porém, que é possível realizar alguns ajustes para assegurar maior produtividade nestes tratamentos, tais como: maior quantidade de adubo orgânico no solo, adubação orgânica junto ao

plântio do milho e disponibilidade de maior número de plantas por hectare.

É importante registrar que a cultura do milho não recebeu chuvas a partir do dia 16 de novembro de 2011 em virtude da grande estiagem que assolou a região. Portanto grande parte do florescimento e maturação do milho foi prejudicada pela ausência de chuvas. Recurso este indispensável, principalmente para o enchimento e peso de grãos das plantas. Partindo desta leitura, pode-se notar que apesar da estiagem, houve uma produtividade média entre os tratamentos de 4.301,5 kg de grão /ha ou 71 sacas de milho/ha, sendo considerada uma produtividade satisfatória, em virtude das condições climáticas.

Por fim, analisando o número de espigas coletadas e a quantidade de grãos colhidos nos tratamentos, pode-se afirmar que não há incremento de produtividade através do manejo antecipado da adubação orgânica sobre plantas de adubação verde. Ambos os tratamentos tiveram um comportamento produtivo semelhante. As áreas de produção de milho que foram cultivadas sem utilização de agrotóxicos, tiveram produtividade similar às áreas concorrentes, demonstrando um resultado positivo em favor ao manejo sustentável. Os períodos marcados pela ausência de chuvas que conciliou com o florescimento e maturação do milho, prejudicaram a lavoura, mas mesmo assim obteve-se uma produtividade considerável.

## 5 CONCLUSÃO

Os tratamentos desenvolvidos com adubos verdes, manejados com adubação orgânica, proporcionaram maior rapidez na cobertura do solo, se comparado aos tratamentos sem adubação. Do mesmo modo, o estudo também confirmou aumento na produção de massa seca dos adubos verdes, manejados com adubação orgânica.

Identificou-se que os tratamentos com cobertura de solo possibilitaram realizar o plantio direto do milho sem agrotóxicos. As quantidades de fitomassa dos adubos verdes dificultaram o desenvolvimento inicial da cultura do milho, porém através da MS, análises de tecido vegetal e produtividade, confirmou-se que o manejo não alterou o resultado do desenvolvimento da cultura do milho.

A cultura do milho não se beneficiou da disponibilidade dos nutrientes, através do manejo antecipado da adubação orgânica. Portanto conclui-se que a adubação orgânica não incrementou fertilidade no solo a ponto de favorecer aumento na produtividade do milho. Ainda é importante considerar que apenas uma safra agrícola é insuficiente para concluirmos os estudos sobre fertilidade do solo, principalmente pela sua dinâmica e interatividade no agroecossistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M; MOURA FILHO, W; REAZZI, A.J. Característica de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Revista Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF: 1995. p 175 – 185.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: as bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba, RS: Agropecuária, 2002. 592 p.

ARRENALES, M.C.; MENDONÇA, A.; ROSSI, F. **Produção de Leite Orgânico**. Viçosa, MG: CPT, 2002. p 48 -54.

BITTENCOURT, H.V.H.; LOVATO, P.E.; COMIN, J.J.; LANA, M.A.; ALTIERI, M.A. Produtividade de feijão-guará e efeito supressão de culturas de cobertura de inverno em espontâneas de verão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Vol 31, p. 689-694, 2009.

CALEGARI, A. Manejo de adubação verde. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 2, 1992, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão, 1993. p 104-116.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Rev. bras ci solo**. Campinas, SP: v 4, p 125 -132, 1990.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheiras e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G.A et al. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistema tropicais e subtropicais**. 2 Ed. rev. e atual – Porto Alegre, RS: Metrópole, 2008. p 137 -154.

DERPSCH, R. Adubação verde e rotação de culturas In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO, 3, 1985,

Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa, PR: Fundação ABC, 1985. p 85-104.

DERPSCH, et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo.** GTZ/IAPAR. Eschborn, 1991, 272 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 1ª. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412p.

EMBRAPA. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja – Paraná 2005.** 1ª Ed. Londrina PR: Embrapa, 2004, 239 p.

FERREIRA, A. B. de H.. **Aurélio século XXI:** o dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro, RJ: Nova Fronteira, 1999. 212 p.

FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal 1.** 2ª ed. rev. e atual, São Paulo, SP: EPU, 1985.

FUNDESBURG. E. What does Organic Matter do in our Soil? SGT, vol.59, 2002. p 38 - 40.

GLISSMAN, S.R. **Agricultura Sostenible em los trópicos: el papel del conocimiento tradicional.** Santa Cruz: Agroecology Program. University of Califórnia, 1995.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade.** Londrina PR: IAPAR, 1992. 40p. (Circular 76).

INFOESCOLA. **Mapa Político da Santa Catarina**. Disponível em [HTTP://www.infoescola.com](http://www.infoescola.com). Acesso em 29/06/2012.

KIELING, A.; COMIN, J.J.; FAYAD, J.A.; LANA, M.A.; LOVATO, P.E. Plantas de cobertura de inverno em sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas: Efeito sobre plantas espontâneas e na produção do tomate. **Ciência Rural**, Vol. 39, nº 7, 2009.

KHATOUNIAN, C.A. **A Reconstrução Ecológica da Agricultura**. Butucatu, SP: Livraria e Editora Agroecológica, 2001, p 155- 170.

LAL, R. Soil management in the developing countries. **Soil Science**, v. 165, 2000, p. 57-72.

LANA. M.A. **Uso de Culturas de Cobertura no Manejo de Comunidades de Plantas Espontâneas como Estratégias Agroecológica para o Redesenho de Agroecossistemas**. Tese de Mestrado, Florianópolis; UFSC, SC: 2007. 81 p.

MAUL. M.M. **Manejo da cultura da soja e plantas invasoras sob cobertura vegetal de aveia preta e consórcio de aveia preta, ervilhaca comum e nabo forrageiro**. Cascavel, PR. UNIOESTE, 2009, 108 p.

MAYER. P. H. **Fertilidade do sistema agrícola: Estudo em três comunidades da região metropolitana de Curitiba – PR**. Tese de mestrado – Curitiba PR, 2009. 211 p.

MENGEL, D. **Manejo de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1996. p 4 -6.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS. G.A et al **Fundamentos da matéria**

**orgânica do solo:** Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. rev e atual. Porto Alegre, RS: Metrópole, 2008, p. 1-4.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: Característica e manejo em pequenas propriedades.** Chapecó, SC: Ed. do Autor, 1991. 337p.

NAIR, P. K. R., et al. Nutrient cycling in tropical agroforestry systems: myths and science, In: BUCK, L E., LASOIE, J. D., FERNANDES, E. C. M. **Agroforestry in sustainable agricultural systems.** Boca Raton, Florida: CRC Press, p. 2, 3 e 25, 1999.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger princípios de bioquímica.** Tradução de SIMÕES, Arnaldo A.; LODI, Wilson R.N. 3 ed. São Paulo, SC: SARVIER, 2002.

NICOLODI. M; GIANELLO.C; ANGHINONI.I. **Fertilidade do Solo: Repensando o Conceito no Sistema Plantio Direto.** Revista Plantio Direto, Passo Fundo,RS, nº 101, Setembro/outubro de 2007. p 24 – 32.

PAULINO. W.R. **Biologia atual – Citologia e Histologia.** São Paulo, SP, Editora Ática S A, 1992, p 26.

PHILLIPS, S.H; YOUNG, H.M; 1973. **No-tillage farming.** Reinan Associates, Milwaukee. Wisconsin, 224, pp; in Fao Agricultural Support Systems Divisions. www. Fao.org, acessado em 08/2011.

PINHEIRO MACHADO, L.C. **Pastoreio Racional Voisin.** Porto Alegre, RS: Cinco Continentes, 2004, 87 p.

PITELLI, R.; DURIGAM, J.C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: ROSSELLO, R.D. **Siembra directa en el Cono Sur**, Montevideo: PROCISUR, 2001. P 203 -210.

PORTAS, A.A. **Aveia preta – boa para agricultura e para pecuária.** Disponível em: [www.cati.sp.gov/novacati/imprensa/artigos/aveiapreta.htm](http://www.cati.sp.gov/novacati/imprensa/artigos/aveiapreta.htm). Acesso em 25 de julho de 2005.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico do solo.** São Paulo, SP: Nobel, 1987.549 p.

PULLEMAN, M.M.; SIX, J.; van BREEMEN, N. et al. Soil organic matter distributions and microaggregate characteristics as affected by agricultural management and earthworm activity. **European Journal of Soil Science.** 453 – 467, 2005.

SANTA CATARINA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de Santa Catarina.** Convênio SUDESUL – UFSC. Secretaria de Agricultura. Vol 2, 1973. 495 p.

SANTOS, H.P.; REIS, E.M. Rotação de culturas. In: SANTOS H.P.; REIS, E.M. **Rotação de culturas em plantio direto.** 2 ed. Passo Fundo, RS: Embrapa/Trigo, 2003. p. 13-132.

SCHERER E. E. Avaliação de fontes e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do milho no sistema plantio direto. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, SC, EPAGRI, Vol 14, março de 2001. p 48-53.

SILVA, I.R; MENDONÇA, E.S Matéria orgânica do solo. IN: Novais, F.R. et al. **Fertilidade do solo.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007.p 275-374.

VEIGA, M. da; WILDNER, L. do P.. Manual para la instalación y conducción de experimentos de pérdida de suelos. Santiago do Chile: FAO, 1993. 35 p.

WIETHOLTER, S. **Adubação nitrogenada no sistema plantio direto**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA / CNPT, 1996. 44p.

WILDNER, L.P.; DADALTO, G.G. Adubos verdes de inverno para o oeste catarinense. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, SC: EPAGRI, Vol 5, 1992. p 3-6.

**ANEXOS**

ANEXO 1 - MODELO DE PLANILHA PARA COLETA DE DADOS SOBRE COBERTURA DE SOLO, ATRAVÉS DO QUADRO TRANÇADO.

RELATÓRIO DA PESQUISA DE CAMPO

MÉTODO - Quadro trançado

Tratamento:

Data:

Amostra:

1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Sistematização:

- ( ) N – Nabo forrageiro.
- ( ) E – Ervilhaca.
- ( ) A - Aveia preta.
- ( ) E – Plantas espontâneas.
- ( ) SC – Área sem cobertura vegetal

## ANEXO 2 - RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MÉTODO QUADRO TRANÇADO PARA AVALIAÇÃO DA COBERTURA DO SOLO

Tratamento: Adubo verde + adubação orgânica, aplicação em abril

1ª Coleta		Média	2ª Coleta		Média	
	Amostra 1		Amostra 2			Amostra 1
N	19%	23%	21%	22%	15%	18,5%
E	15%	5%	3%	0%	4%	2%
A	76%	64%	70%	75%	79%	77%
PE	4%	7%	5,5%	3%	2%	2,5%
SC	0%	1%	0,5%	0%	0%	0%

Tratamento: Adubo verde + adubação orgânica, aplicação em setembro

1ª Coleta		Média	2ª Coleta		Média	
	Amostra 1		Amostra 2			Amostra 1
N	3%	4%	3,5%	10%	2%	6%
E	4%	3%	3,5%	6%	0%	3%
A	69%	62%	65,5%	68%	91%	79,5%
PE	9%	30%	19,5%	16%	5%	10,5%
SC	15%	1%	8%	0%	2%	1%

Tratamento: Plantas espontâneas + adubação orgânica, aplicação em abril

1ª Coleta		Média	2ª Coleta		Média	
	Amostra 1		Amostra 2			Amostra 1
N	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-
A	-	-	-	-	-	-
PE	24%	57%	40,5%	71%	43%	57%
SC	76%	43%	59,5%	29%	57%	43%

Tratamento: Plantas espontâneas + adubação orgânica, aplicação em setembro

1ª Coleta		Média	2ª Coleta		Média	
	Amostra 1	Amostra 2		Amostra 1	Amostra 2	
N	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-
A	-	-	-	-	-	-
PE	22%	12%	17%	29%	13%	21%
SC	78%	88%	83%	71%	87%	79%

Obs: A 1ª coleta realizada em 14/05/2011 e 2ª coleta realizada em 28/05/2012.

Identificação:

N – Nabo forrageiro.

E – Ervilhaca.

A - Aveia preta.

PE – Plantas espontâneas.

SC – Área sem cobertura vegetal.

## ANEXO 3 - ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA DE PESQUISA


 Governo do Estado de Santa Catarina  
 Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural  
 Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

**Laboratório de Análise de Solos**  
 Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos  
 e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC – Rolas  
**Relatório de Análise de Solos**

Produtor...: JÚLIO RAPALOSKI  
 Localidade...: LIMBA BARRA DO QUILOMBO  
 Município...: QUILOMBO  
 Remetente...: LEANDRO DO PRADO WILDNER  
 Município...: CHAPECÓ

Data Entrada: 17/03/2011  
 Data Emissão: 30/11/2011  
 Análise...: Pesquisa  
 Cópias...: 2

Nº Lab.	Ref.	% Argila m/v	pH-Água 1:1	Índice SMP	P mg/dm³	K mg/dm³	% M.O. m/v	Al cmolc/dm	Ca cmolc/dm	Mg cmolc/dm³
20208	01	39	5,7	5,9	8,5	192,8	2,7	0,0		

Nº Lab.	Ref.	H + Al cmolc/d	CTC pH7.0	Al (valor m)	% Saturação na CTC a pH7.0				Relações		
					Bases	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
20208	01	4,89	19,38	0,00	74,78	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

  
 EVANDRO B. PACHECO  
 Eng. Agr. D.Sc. CREA-SC 053652-8  
 Responsável Técnico

Nota: mg/dm³ = ppm, cmolc/dm³ = meq/100g  
 A análise requer uma amostragem representativa da área.  
 Um adequado manejo do solo reduz as perdas por erosão.  
 Consulte um engenheiro agrônomo para correta recomendação da adubação.

Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – Cepaf  
 Servidão Ferdinando Tusset, s/n, São Cristóvão, C.P. 791  
 89801-970 Chapecó, SC  
 Fone: (49) 3361-0645, fax: (49) 3361-0633  
 E-mail: labsolosch@epagri.sc.gov.br

## ANEXO 4 - ANÁLISE DE QUÍMICA DO ADUBO ORGÂNICO


**Governo do Estado de Santa Catarina**  
 Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural  
 Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

**Laboratório de Análise de Solos**  
 Integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos  
 e de Tecido Vegetal dos Estados do RS e SC – Rolas  
**Relatório de Análise de Solos**

**Resíduos Orgânicos e Fertilizantes**

Produtor...: LUCIANO WIDMER  
 Localidade...: LINHA BARRA DO QUILOMBO  
 Município...: QUILOMBO  
 Remetente...: LEANDRO DO PRADO WILDNER  
 Município...: CHAPECÓ

Data Entrada: 17/03/2011  
 Data Emissão: 30/11/2011  
 Análise...: Pesquisa  
 Cópias...: 2

Nº Lab.	Ref.	pH**	Umidade 65°C %	P2O5** %	P2O5**** %	K2O*** %	Ca* %	Mg* %	CTC mmolc/kg	Relação CTC/C
20209	CAMA DE AVES	6,6	9,05	7,28		2,96	4,11	1,14		

Nº Lab.	Ref.	CO* %	N* %	N min. %	Relação C/N	Cu* %	Zn* %	Fe* %	Mn* %	CE mS/cm
20209	CAMA DE AVES		3,84							

  
 EVARISTO SPANOLLO  
 Eng. Agr. D.Sc. CREA-SC 953652-8  
 Responsável Técnico

Nota: mg/dm<sup>3</sup> = ppm, cmolc/dm<sup>3</sup> = meq/100g  
 A análise requer uma amostragem representativa da área.  
 Um adequado manejo do solo reduz as perdas por erosão.  
 Consulte um engenheiro agrônomo para correta recomendação da adubação.

\* Teor total  
 \*\* Teor total quando orgânico e solúvel em água quando mineral  
 \*\* pH em CaCl<sub>2</sub> 0,01mol/L  
 \*\*\* Teor solúvel em água  
 \*\*\*\* Teor solúvel em ácido cítrico a 2%  
 OBS.: Materiais analisados em base úmida.

Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – Cepaf  
 Servidão Ferdinando Tusset, s/n°, São Cristóvão, C.P. 791  
 89801-970 Chapecó, SC  
 Fone: (49) 3361-0645, fax: (49) 3361-0633  
 E-mail: labsolosch@epagri.sc.gov.br