

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

SUSTENTABILIDADE DA CULTURA DO TABACO EM
ÁREAS COM ELEVADA INCIDÊNCIA DE DOENÇAS RADICULARES

Juliano de Jesus
Técnico Agrícola / Tecnólogo em administração

Monografia apresentada como um dos requisitos parciais
à obtenção ao Título de Especialista, Curso de Pós-graduação *Lato Sensu*
“Tecnologias Inovadoras no Manejo Integrado de Pragas e Doenças de Plantas”

Porto Alegre (RS), Brasil
Dezembro de 2009

FOLHA DE HOMOLOGAÇÃO

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir que aconteça o que é idealizado.

Aos meus pais Isolete M. de Jesus e Manoel de Jesus, pelo apoio.

A minha esposa Isabel C. Scharf pelo apoio nas horas difíceis.

Ao Marcus Vinicius V. Luisi, que sempre incentivou, oportunizou e mostrou os bons caminhos a serem seguidos para o desenvolvimento tanto profissional quanto pessoal.

Ao Oscar Francisco Swenson Pontes por sempre ressaltar em sua equipe a importância da qualificação profissional.

A Catia Sazaki, por ter indicado o curso de Tecnologias Inovadoras no Manejo Integrado de Pragas e Doenças de Plantas.

Aos meus amigos de trabalho, Gracioso Marcon, Roberto Lehman, Daniel Stopa, Cláudio V. de Medeiros, Valdir Milak, Arildo Schafhauser, Armando Kulakowski, Margare Dure, e demais amigos da PTF que muito contribuíram para meu desenvolvimento profissional, sendo minha “segunda família”.

Ao professor orientador Marcelo Gravina de Moraes, por dedicar seu tempo, mostrando e discutindo sobre o tema abordado.

Aos demais professores, pelo empenho dedicado.

A equipe de Produção Agrícola da região do Vale do Itajaí, pelo apoio e parceria prestados.

A Souza Cruz S/A por oportunizar um ambiente de trabalho que transmite os mais altos valores do profissionalismo.

Aos demais amigos que de uma forma ou outra cooperaram e auxiliaram nesta “empreitada”.

SUSTENTABILIDADE DA CULTURA DO TABACO EM ÁREAS COM ELEVADA INCIDÊNCIA DE DOENÇAS RADICULARES

Autor: Juliano de Jesus

Orientador: Marcelo Gravina de Moraes

RESUMO

Os patógenos radiculares são problemas constantes na cultura do tabaco, devido à falta de atenção dos agricultores em suas lavouras, gerando um começo gradativo do aparecimento de patógenos, e com o passar dos anos sendo cultivado tabaco sem realização de rotação de cultura, e uso de adubação verde, leva a desenvolver um ambiente propício para a propagação e proliferação das doenças radiculares.

A pressão exercida pelas doenças radiculares acaba tendo efeito muito negativo, na maioria dos casos diminui drasticamente a produtividade e qualidade, comprometendo diretamente a renda do produtor. Nestas situações a sustentabilidade fica afetada, levando a uma descapitalização, gerando uma série de problemas econômicos para o agricultor, afetando também a economia local, que perde em função das frustrações de safras.

O tabaco é da família das solanáceas, é atacado por vários patógenos radiculares, mas algumas técnicas vem sendo empregadas para minimizar os danos causados por estas doenças. A incorporação de adubos verdes ao solo na pré-instalação da lavoura e uso de plantio direto ou plantio na palha com camalhões altos e de base larga é um manejo diferenciado que vai proporcionar melhores condições de desenvolvimento da cultura do tabaco.

Ao longo dos anos os produtores vem esquecendo dos benefícios trazidos pelo uso de adubação verde, que é uma pratica realizada desde os tempos primitivos da agricultura, nos dias atuais vários trabalhos mostram as ações benéficas geradas no solo através de melhorias físicas, químicas e biológicas, e contribuindo para um incremento de produtividade. Isto evita a necessidade de uso de fertilizantes alem da quantidade recomendada, para compensar qualquer outro fator de impedimento ou deficiência do solo. O uso correto das adubações verdes leva a um incremento de produtividade por minimizar a ação das doenças e a uma estabilidade maior de produtividade ao passar dos anos, por melhorar as condições do solo e contribuir para o aumento do sistema radicular através de um aprofundamento maior das raízes, favorecendo um melhor desenvolvimento. Conseqüentemente o estresse ocasionado por excesso de chuvas (encharcamento) ou estiagens prolongadas é mitigado.

SUSTAINABILITY OF CULTURE OF TOBACCO AREAS WITH HIGH INCIDENCE OF ROOT DISEASES

Author: Juliano de Jesus

Advisor: Marcelo Gravina de Moraes

ABSTRACT

The root pathogens are constant problems in tobacco production. The problem can be intensified when the producer does not pay attention in his planting area. Its start is gradual over the years and cultivating tobacco without competitive crop rotation and without using green manure leads to an environment that spread the proliferation of root diseases.

The great pressure of diseases has a negative effect in the crop, reducing drastically the productivity and quality, affecting directly the income of the producer. Under these circumstances, the sustainability is affected, leading to under-capitalization of the producer, some economic problems relating to the tobacco business, the society and also the local economy which lose according to the frustrations of the harvests. Tobacco is a solanacea and therefore there are several problems characterized by soil pathogens. A few techniques have been employed to minimize diseases such as the incorporation of green manures to the soil in the pre-installation and use of crop tillage or planting in the ridge with high and wide base.

Over the years producers are forgetting the importance brought by the use of green manure, which is practiced since primitive agriculture times. Nowadays, many studies show the beneficial effects generated in the soil, resulting in many ways, physical improvements, chemical and biological, contributing to an increase of productivity without using fertilizer over the recommended to compensate other facts of disability or impediment of the soil. The correct use of green fertilizers leads to an increase of productivity by minimizing the action of the disease and increasing the stability and the productivity over the years. By improving soil conditions contribute the increase of the root system and thereby the roots deep, favoring a better development and supporting the stress caused by excessive rainfall (flooding) or prolonged droughts.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 DESENVOLVIMENTO	4
2.1 Cultura do Tabaco x Clima x Doenças	4
2.2 Principais Doenças do Tabaco Originadas no Solo	5
2.2.1 Doenças que ocorrem na lavoura	6
2.3 Solo	9
2.3.1 Impedimentos Químicos, Físicos e Biológicos	10
2.3.2 Oxigênio no Solo	12
2.3.3 Princípios Para Regeneração dos Solos	13
2.3.4 A Importância da Diversidade Biológica e Vegetal para o Solo	15
2.3.5 Gênese do Solo	16
2.3.6 Água, Parte Gasosa e Microbiota do solo	17
2.4 Adubação Verde	18
2.4.1 Vegetação Espontânea x Adubação Verde	18
2.4.2 Espécies de Plantas Utilizadas para Adubação Verde na Cultura do Tabaco no Sul do Brasil	19
2.4.2.1 Plantas de Cobertura de Inverno	19
2.4.2.1.1 Aveia (<i>Avena</i> spp.)	19
2.4.2.1.2 Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam)	20
2.4.2.1.3 Centeio (<i>Secale cereale</i> L.)	21
2.4.2.1.4 Nabo Forrageiro (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiferus</i> Metzg)	22
2.4.2.1.5 Ervilhacas (<i>Vicia</i> spp.)	22
2.4.2.1.6 Tremoços (<i>Lupinus</i> spp.)	22
2.4.2.2.1 Crotalária (<i>crotalaria</i> spp.)	23
2.4.2.2.2 Mucunas (<i>Stizolobium</i> spp.)	24
2.4.2.2.3 Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i>)	25
2.4.2.2.4 Aveia de Verão ou Capim Sudão (<i>Sorghum sudanense</i>)	25
2.5 Ação de Microrganismos Antagonistas	26
2.6 Relação entre Patógenos e Solo	27
2.6.1 Fungistasia do Solo	30
2.6.2 Solos Supressivos	31
2.7 Manejo Sustentável para Doenças Radiculares em Áreas de Tabaco	33
2.7.1 Manejo Cultural	34
3 CONCLUSÃO	49
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

LISTA DE FIGURAS

Página

1. Adubação verde Tremoços (<i>Lupinus</i> spp) safra 2009	39
2. Camalhões altos de base larga com adubação verde de Tremoços (<i>Lupinus</i> spp) incorporado, safra 2009.....	39
3. Camalhões altos de base larga com adubação verde de Tremoços (<i>Lupinus</i> spp) incorporado, safra 2009.....	40
4. Foto lavoura de Tabaco com camalhões altos de base larga com adubação verde de Tremoços (<i>Lupinus</i> spp) incorporado, safra 2009....	40
5. Confecção de camalhões altos de base larga com adubação verde de milho incorporado, safra 2008.....	41
6. Vista do sistema radicular e adubação verde de milho incorporado, em estágio de decomposição, safra 2008.....	42
7. Vista da lavoura com camalhões altos de base larga com adubação verde de milho incorporado, safra 2008.....	42
8. Vista da lavoura com camalhões altos de base larga com adubação verde de verão (milho) incorporado, Safra 2008.....	43
9. Adubação verde de Milheto e crotalaria <i>spectabilis</i> , safra 2009.....	44
10. Preparo de solo com camalhões altos de base larga com incorporação de Aduba Verde, Safra 2009.....	45
11. Diferença de vigor entre as área com Plantio na palha com camalhões altos de Base larga com incorporação de adubação verde de verão x área com plantio na palha em nível e sem incorporação de adubação verde em linha, Safra 2009.....	45
12. Diferença de Vigor entre as áreas com Plantio na palha com camalhões altos de Base larga com incorporação de adubação verde de verão x área com plantio na palha em nível e sem incorporação de ad. verde em linha, Safra 2009	46
13. Vista da lavoura aos 130 dias após plantio, plantio na palha com camalhões altos de Base larga com incorporação de adubação verde de verão, Safra 2009.....	46
14. Sistema radicular, Plantio na palha com camalhões altos de Base larga com incorporação de adubação verde de verão, Safra 2009.....	47
15. Sistema radicular com Plantio na palha com camalhões altos de base larga com incorporação de adubação verde de verão, Safra 2009.....	47

1 INTRODUÇÃO

O Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) tem como provável centro de origem o Nordeste da Argentina e Sudeste da Bolívia, porque é a região onde as duas espécies que deram origem a *Nicotiana tabacum* L. convivem na natureza, os povos indígenas da América acreditavam que o tabaco tinha poderes medicinais e usavam-no em cerimônias (Collins & Hawks, 1993).

Foi trazido para a Europa pelos espanhóis, no início do século XVI. Era mascado, ou então, aspirado sob a forma de rapé (depois de secar as suas folhas). O corsário Sir Francis Drake foi o responsável pela introdução do tabaco na Inglaterra em 1585, mas o uso de cachimbo só se generalizou graças a outro navegador, Sir Walter Raleigh. Um diplomata francês, de nome Jean Nicot (de onde deriva o nome da nicotina) aspirava-o moído na forma de rapé e percebeu que aliviava suas enxaquecas. Desta forma, enviou uma certa quantidade para que a então rainha da França, Catarina de Médicis, experimentasse no combate à suas enxaquecas. Com o sucesso deste "tratamento", o uso do rapé começou a se popularizar.

O hábito de fumar o tabaco como mera demonstração de ostentação se originou na Espanha com a criação daquilo que seria o primeiro charuto. Tal prática foi levada a diversos continentes e, somente por volta de 1840, começaram os relatos do uso de cigarro. Neste ponto, a finalidade terapêutica original do tabaco já havia perdido seu lugar nas sociedades civilizadas para o hábito de fumar por prazer (Wikipedia, 2009).

Atualmente no Brasil o tabaco é cultivado nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e alguns estados do Nordeste. Na região Sul, o tabaco é cultivado em mais 185.000 propriedades, aonde garante renda para pequenos agricultores. O Brasil é o maior exportador mundial e o segundo maior produtor de tabaco do mundo, ficando atrás apenas da China, estando envolvidas cerca de 2,4 milhões de pessoas em toda a cadeia produtiva (AFUBRA, 2009).

Com a expansão do cultivo de fumo, aumentou o aparecimento de patógenos radiculares em lavouras de tabaco, muitas vezes os patógenos não são detectados já no início de seu desenvolvimento, pois não é dada a devida atenção aos sintomas, a infestação na fase inicial geralmente acontece em reboleiras, com sintomas pouco expressivos, passando despercebido à presença de patógenos radiculares pelos produtores. Após a área (lavoura) infectada a proliferação em anos seguintes é rápida e constante, trazendo grandes prejuízos, e comprometendo a sustentabilidade. Diversos estudos mostram que a restauração das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo permite que as culturas se desenvolvam de modo equilibrado, apresentando baixa incidência de pragas e doenças (Tokeshl, *et al.*, 1997). Na busca de um sistema de produção sustentável, deve-se entender que as áreas cultivadas fazem parte do ecossistema, sendo necessária uma visão holística, que envolva a planta, os microrganismos associados e os atributos do ambiente (clima e solo). Muitas podridões radiculares, estão associadas à compactação e o encharcamento do solo (Wilcox & Mircetlch, 1979).

O encharcamento resulta em redução de oxigênio e acúmulo de substâncias tóxicas dentro e ao redor das raízes. Mesmo um curto período de privação de oxigênio pode causar danos severos às raízes (Labuschagne & Joubert, 2006). Além disso, condições prolongadas de alta umidade, que ocorrem freqüentemente em solos

compactados após a chuva, reduzem a respiração da planta e aumentam a exsudação radicular (Smuker & Erickson, 1987), para compensar as condições adversas (Labuschagne & Joubert, 2006). A existência de solos nessas condições provoca a reações químicas constantes, não favoráveis ao sistema radicular. Com o aumentando da produção de exsudatos (Barber & Gunn, 1974), estimulam a atividade dos organismos primários da natureza, aonde leva ao desenvolvimento das doenças radiculares. Um exemplo é o *Phytophthora* spp., que é atraído às raízes (Kew e Zentmryer, 1973), com a finalidade de recompor o ecossistema natural. Para diminuir os danos causados pelos patógenos radiculares, é muito importante manejar os solos de forma que se tornem solos supressivos, os solos supressivos são aquele que, apresentam condições próximas às naturais, além de não proporcionar aos patógenos condições para o seu desenvolvimento, apresentam uma grande atividade biológica, com grande biodiversidade e, dentro dessa biodiversidade, incluem-se diversos organismos antagonistas aos patógenos. Este desenvolvimento de supressividade deve basear-se em práticas culturais (Alabouvette, 1999). Este trabalho tem por objetivo viabilizar o plantio de tabaco em áreas com alta pressão de patógenos radiculares e solos degradados. Nestes casos é muito importante adotar um manejo diferenciado do solo, utilizando adubações verdes incorporadas nos camalhões altos de base larga como forma de estruturação de solo, melhorando as qualidades físicas, químicas e biológicas, possibilitando um bom desenvolvimento da cultura, mesmo no primeiro ano de adoção do manejo, fazendo com que o produtor consiga produzir mesmo em condições adversas, garantindo a sustentabilidade.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Cultura do Tabaco x Clima x Doenças

O clima nas ultimas décadas está cada vez mais irregular. Com o aquecimento global estima-se que as variações climáticas ocorram de forma desordenadas ou muito intensas, como variação de temperatura, período de estiagens e volume de precipitação (Marengo, 2008). Em anos com El Niño a precipitação fica muito acima da média no sul do Brasil, afetando diretamente a produtividade do tabaco, devido ao excesso de água no solo ocorre perdas de nutrientes por lixiviação, aumentando o custo de produção, já que são necessários repor os nutrientes. Também pelo excesso de umidade algumas doenças de solo começam a aparecer. Os patógenos radiculares são obstáculos para serem superados na cultura do tabaco através do manejo cultural. Seus danos são muito conhecidos pois diminuem a produtividade e a qualidade. Principalmente em regiões com solos mais pesados ou rasos, como exemplo os argisolos e cambisolos, os danos são mais severos. Operações no solo com alta umidade, agravam o problema pois desestruturam o mesmo e favorecem o desenvolvimento de fungos e bactérias. É muito difícil manter uma produtividade constante ao longo dos anos sem investir em uma preparação adequada do solo e realizar as operações sempre com solo seco e evitar o pastoreio de animais na área de cultivo. Os patógenos de solo que tem importância na cultura do tabaco são muito afetados pelas condições climáticas, na grande maioria das vezes seu desenvolvimento é favorecido em altas temperaturas e umidade.

2.2 Principais Doenças do Tabaco Originadas no Solo

Na fase de produção de mudas podem ocorrer algumas doenças principalmente quando não forem tomados os devidos cuidados com a qualidade da água a ser utilizada. Também no campo podem ocorrer inúmeras doenças. As doenças abaixo citadas são doenças da parte aérea e do sistema radicular e ocorrem desde a produção de mudas até a lavoura.

2.2.1 Doenças que ocorrem no canteiro (produção de mudas)

Mela ou Tombamento (*Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. e *Fusarium* spp.) - apresenta aparecimento de manchas arredondadas no canteiro, levando a morte de mudas. O controle cultural é usar água limpa no “float”, mantendo sempre a aeração e uso de substratos de boa procedência. (Souza Cruz. 1998) .

Mancha Aureolada (*Rhizoctonia solani*) - o ataque deste fungo faz com que apareçam pequenas manchas nas folhas das mudas. O controle cultural é evitar excesso de adubação, as mudas devem ser bem podadas e o ambiente deve ser bem ventilado (Souza Cruz, 1998).

Esclerotina (*Sclerotinia sclerotiorum*) - os sintomas de ataque são o aparecimento de formações brancas, depois surgem escleródios, que são estruturas de sobrevivência do fungo, o controle cultural é através da retirada das mudas doentes ou das bandejas infectadas, exposição das mudas ao sol e o cuidado de não deixar restos de cultura após a poda (Souza Cruz. 1998).

Podridão Mole (*Erwinia* spp. e *Pseudomonas* sp.) - ocorre principalmente após a poda das mudas, geralmente as ferramentas de poda são a fonte de contaminação das mudas. Como controle cultural, utilizar somente ferramentas limpas e água de boa qualidade (Souza Cruz. 1998).

2.2.2 Doenças que ocorrem na lavoura

Murcha Bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) - é um dos principais problemas para a fumicultura, esta bactéria está presente nas regiões tropicais e subtropicais, seu desenvolvimento ou infestação é muito favorável em temperaturas acima de 25°C em solos úmidos e com pH abaixo de 7,0. *R. solanacearum* é uma bactéria gram negativa, aeróbica, bastonetiforme, com tufo de flagelos polares e pertence ao grupo das bactérias não fluorescentes da família pseudomonadaceae (Cardoso, 2004). Foi classificada em nível infra-específico em três raças com capacidade de infectar diferentes hospedeiros, é cosmopolita e estritamente variável, causando doença em cerca de 53 famílias botânicas, sob as mais variadas condições edafoclimáticas. Os sintomas iniciais consistem no murchamento de uma ou mais folhas baixas, tornando-se evidente nos períodos mais quentes do dia e desaparecendo à tardinha, ficando com o caule escurecido, com a evolução da doença todas as folhas de tabaco murcham amarelam e secam. A bactéria se dissemina facilmente em solos encharcados. Como controle cultural deve-se antecipar o plantio já que temperaturas altas favorecem seu desenvolvimento, uso de variedades resistentes ao nematóides das galhas, já que são a porta de entrada para a doença, fazer rotação de cultura e sempre eliminar a soqueira para diminuir a presença do patógeno (Souza Cruz, 1998).

Talo Oco (*Erwinia carotovora*) - doença causada por uma bactéria que pode provocar sérios danos atacando o miolo do caule, de talos e folhas. O caule acaba ficando oco com coloração escura e mau cheiro, ocorre principalmente após a capação em anos chuvosos. O controle cultural consiste em evitar “capar” o fumo quando o talo já esteja lenhoso, pois em função das fissuras ocorre a facilitação da entrada de patógenos. Deve ser evitado o manuseio simultâneo de plantas doentes e sadias (Souza Cruz, 1998).

Nematóides de galhas (*Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*) - Os nematóides fitoparasitas causam perdas que variam de imperceptíveis até a morte de grande número de plantas, chegando a inviabilizar áreas para o plantio. Estima-se que em todo o mundo haja um prejuízo de cerca de 100 bilhões de dólares anuais (Sasser & Freckman, 1987). Os nematóides atacam as raízes causando deformações chamadas de galhas podendo atingir vários graus de desenvolvimento, pois depende do tempo do ataque e da quantidade de nematóides presente no solo (Souza Cruz, 1998) As plantas com nematóides ficam desuniforme com folhas amareladas e nas horas mais quente murcham, recuperando-se à noite, o ataque do nematóide também favorece a entrada de outros patógenos pela raiz do fumo. A melhor forma de controle cultural para *M. incognita* é o uso de cultivares resistentes. Para *M. javanica* ainda não se tem cultivares resistentes, nesse caso deve-se fazer rotação de culturas ou sucessão com adubos forrageiros, eliminar a soqueira e também plantas daninhas que sirvam de hospedeiros (Souza Cruz, 1998). Os nematóides do gênero *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, têm alta taxa reprodutiva, acumulando no solo grande população de ovos. São especialmente importantes em regiões de clima quente e solos mais leves, onde encontram temperaturas mais favoráveis à sua multiplicação. Existem mais de 200 diferentes organismos considerados inimigos naturais dos fitonematóides, como fungos, bactérias, nematóides predadores, ácaros e outros (Poinar & Jansson, 1988). Porém poucos estudos comprovaram bons resultados com microorganismos no controle de nematóides .

Alternariose (*Alternaria* spp.) - este fungo ataca principalmente as folhas baixas, sendo favorecido em condições de alta umidade e temperatura, caracteriza-se pelo aparecimento de manchas arredondadas (Souza Cruz,1998). O controle cultural é realizado antecipando a primeira colheita.

Esclerotina (*Sclerotinia sclerotiorum*) - ocorre o murchamento das plantas nas horas mais quentes do dia e a formação de extensas lesões escuras a partir da base do caule, temperatura baixa e alta umidade favorecem o desenvolvimento da doença, após estas lesões aparecem formações brancas, onde se desenvolvem os escleródios, que são responsáveis pela sobrevivência do fungo de uma safra para a outra. O controle cultural é realizado retirando as plantas com sintoma e enterrando-as (Souza Cruz, 1998). A eliminação da soqueira é muito importante como também a rotação.

Mancha aureolada (*Rhizoctonia solani*) - os sintomas são muito parecidos com a alternariose. Quando aparecer sintomas na lavoura a medida de controle cultural é antecipação da colheita (Souza Cruz, 1998).

Amarelão (*Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.* e *Fusarium spp.*) é causado por patógenos de solo que atacam as raízes das plantas ocorrendo o subdesenvolvimento das plantas atacadas, o patógeno mais importante é o *Pythium spp.*. Os solos muito úmidos, pesados (argisolos) e anos muito chuvosos, agravam o problema. Como controle cultural é recomendado utilizar variedades tolerantes, eliminar as soqueiras, fazer um bom controle das pragas de solo (Souza Cruz, 1998), fazer um bom preparo de solo eliminando o “pé-de-arado”, para que não ocorra encharcamento e mau desenvolvimento do sistema radicular. Esta doença manifesta-se muito em áreas mau preparadas, e degradadas pelo cultivo exaustivo sem realização de rotação de cultura e uso de adubação verde. Os solos com menos fertilidade e degradados a doença manifesta-se constantemente em todos os anos de cultivo, somente a rotação de cultura não é suficiente para eliminar esta doença abiótica. O uso de adubação verde incorporada vem sendo uma alternativa para minimizar o problema, agregando maiores resultados quando trabalhado em conjunto com as demais praticas recomendadas.

Cercosporiose (*Cercospora nicotianae*) - este fungo ataca principalmente as folhas de baixeiro, umidade e temperatura alta favorecem seu desenvolvimento. A doença provoca pequenas manchas irregulares, amarelo-claras com o centro embranquecido. Como controle cultural deve evitar o excesso de adubação nitrogenada e o plantio com o espaçamento reduzido.

Sabe-se que o uso de produtos químicos para nematóides, fungos e bactérias de solo na grande maioria das vezes tem pouca eficiência agrônômica para controle, quando apresentam bom controle acabam sendo inviáveis na relação “custo benefício”, em função da dificuldade de realizar uma boa aplicação e também do grande volume a ser utilizado. Sem contar o risco ao meio ambiente (custo ambiental), o risco ao homem ou mamíferos em geral. Tais fatores contribuem para uma abordagem do problema por técnicas de manejo integrado, deixando como última opção o uso do controle químico caso realmente não tenha outra opção a ser utilizada.

2.3 Solo

O solo é o maior patrimônio do agricultor, portanto deve ser dado uma atenção muito especial para que não ocorra infestações por patógenos radiculares ao decorrer dos anos de cultivo. Muitos problemas de doenças radiculares acontecem em função de vários fatores que ocorrem simultaneamente potencializando a infestação, sendo a compactação um fator importante neste processo. A compactação dos solos é um problema em toda a agricultura mundial, no início da agricultura ocorria devido à compactação com o pastoreio de animais nas áreas, nos últimos 50 anos o problema esta agravando ainda mais com o uso intensivo e indiscriminado de máquinas pesadas e cada vez mais constantes (Soane, 1994). A falta de consciência dos agricultores em todo o mundo ao realizar um mau manejo de solo leva a um grande prejuízo nas diversas culturas. Para reverter um solo degradado pelo seu mau uso, precisamos adotar um modelo de

agricultura que seja regenerativo, que possa devolver, e até mesmo melhorar, a capacidade produtiva do mesmo.

2.3.1 Impedimentos Químicos, Físicos e Biológicos

Uma produtividade sólida e constante está alicerçada em um solo bem manejado, aonde a fertilidade é resultado da interação entre aspectos químicos, físicos e biológicos, sendo que a intensa atividade biológica no solo vai determinar melhorias duradouras em suas qualidades químicas e físicas. A compactação ocorre principalmente pelo preparo do solo em momentos inadequados e de maneira inadequada. Este problema ocorre principalmente quando o solo está com umidade acima da capacidade de campo. Ao realizar-se qualquer operação neste momento, com tração animal ou mecanizada (pequenas ou grandes máquinas) vai acarretar na desestruturação do mesmo (Soane,1994). A maneira inadequada relaciona-se com o tipo de preparo de solo a ser realizado, isto vai depender do sistema escolhido, podendo ser sistema convencional, cultivo mínimo, ou plantio direto. Nos dias atuais deve ser dada preferência para o plantio direto ou cultivo mínimo, pois o sistema convencional de cultivo, degrada o solo por desagregar suas partículas e compactar com o excesso de operações realizadas.

A extensão das raízes no subsolo pode ser inibida por condições físicas e químicas não favoráveis. As propriedades físicas do solo afetam o crescimento radicular, incluindo-se a temperatura, aeração, impedimento mecânico, tamanho e continuidade de poros. Com relação às propriedades químicas, o alumínio (Al) tóxico ou a deficiência de cálcio (Ca) causam a morte ou deformações nas raízes de várias plantas (Adams & Moore, 1983).

As limitações químicas ao crescimento radicular proveniente da toxidez do Al ou deficiência de Ca podem ser advindas das características evolutivas do solo, mas também podem ser aumentadas pelas perdas de solo, que diminuem a camada explorável de solo e o teor de matéria orgânica, que é a principal responsável pela ligação com o Al tornando-o menos tóxico as raízes.

As condições físicas que limitam o desenvolvimento das raízes no subsolo são freqüentemente relatadas em camadas compactadas que ocorrem abaixo da camada arável (Campbell, 1974). Com esses manejos têm-se alta densidade, baixa macro porosidade e impedimento mecânico, suficientemente grandes para reduzir o crescimento (Vepraskas, 1986). Quando essa camada estiver presente, muitas vezes o desenvolvimento radicular no subsolo ocorre nas fraturas. A subsolagem reduz o impedimento físico e resolve o problema momentaneamente, para uma única safra.

Os solos podem ser naturalmente compactados por consequência da composição textural, regime de umidade ou a maneira com que ele foi formado. Naturalmente camadas compactadas sub-superficialmente podem consistir em blocos densos de sedimentos granulados, como serem parcialmente cimentados. Camadas endurecidas, chamadas no inglês de “hardpans”, podem ter textura variada, as quais, em casos extremos, exibem linhas de pedras “Fragipans” e são quase totalmente impermeáveis às raízes, água e ar. Na busca de saída por fraturas, as raízes das plantas não são meramente agentes passivos, pois causam contração junto à zona de extração de água. Segundo Vepraskas et al. (1987), a densidade máxima do solo para a cultura do fumo foi de $1,63 \text{ Mg m}^{-3}$. Na média de quatro anos, o incremento de produção de fumo foi 9,7 % maior em solo subsolado, em comparação com solo não subsolado com presença de camadas compactadas.

A resistência mecânica à penetração e o decréscimo da aeração em solos compactados podem limitar o crescimento e as funções das raízes. Esses limites de condições de solo são sinérgicos e difíceis de serem separados, assim a produtividade fica comprometida em situações aonde existem os impedimentos físicos ou químicos. Os problemas são mais severos em anos com o clima muito chuvoso ou estiagens mais prolongadas.

2.3.2 Oxigênio no Solo

A falta de oxigênio do solo pode predispor sementes, plântulas e raízes ao ataque de patógenos. A umidade excessiva reduz a difusão de oxigênio. Um exemplo é em cebola, que é uma hortaliça muito sensível, é comum encontrar plantas afetadas por bacteriose nas folhas, em manchas de solo mais úmidas ou compactadas, aonde o teor de oxigênio é limitante para as raízes. Nesta situação, a dificuldade de absorção de nutrientes reduz o desenvolvimento de folhas mais novas, induzindo ao acúmulo de substâncias energéticas e de aminoácidos nas folhas intermediárias, nas quais se tornam excelentes meios de cultura para as bactérias(Silva Filho, 1984).

A aeração e a umidade são relacionadas inversamente, quanto mais umidade menor aeração e vice-versa. As raízes das plantas e a maioria dos organismos habitantes do solo requerem oxigênio para a respiração. Os principais gases presentes no solo são N_2 , O_2 , CO_2 e vapor d'água, porém suas concentrações na matriz do solo podem ser bem diferentes. O ar do solo é uma mistura complexa de gases mais dinâmica que a atmosfera da superfície, devido a dificuldade de penetração do ar, consumo e liberação de componentes gasosos por microrganismos, tendo importante conseqüências para as doenças radiculares (Michereff *et al.*, 2005).

2.3.3 Princípios Para Regeneração dos Solos

Para ocorrer à degradação ou regeneração do solo, ambos levam tempo, o tempo para regeneração depende do grau de conscientização do produtor. O primeiro passo é desativar o impedimento físico e químico. Porém a reestruturação das partículas não ocorrem somente realizando uma subsolagem. A subsolagem é importante e resolve o problema em parte em um período muito curto, a descompactação só vai permanecer por mais tempo quando introduzida a adubação verde com sistemas radiculares agressivos que vão estruturar o solo. Entre as práticas mais comuns para regeneração dos solos podem ser citados o uso de adubações verdes e de esterco. O manejo de restos culturais e ervas espontâneas e também o pousio são práticas importantes para melhorar a fertilidade do solo.

O preparo intensivo do solo pode gerar uma série de problemas como erosão, destruição da vida microbiana do solo e desgaste desnecessário. Nos solos tropicais e subtropicais, o revolvimento constante causa sua desagregação e posterior escorrimento superficial pela ação das fortes chuvas tropicais. Da mesma forma a decomposição da matéria orgânica é muito rápida, provocando sua diminuição em pouco tempo (Silva Filho, 1984).

A matéria orgânica traz uma série de benefícios ao solo e conseqüentemente para as plantas. O efeito químico da matéria orgânica é fornecer todos os nutrientes escalonados, melhorando a absorção de vários nutrientes e também aumentando sua retenção, regulando sua disponibilidade e absorção.

O efeito físico da matéria orgânica proporciona a melhora da porosidade, aumentando a infiltração da água e reduzindo o encharcamento. Por outro lado fornece água às plantas, fazendo com que as plantas diminuam o estresse causado muitas vezes por estiagens.

Os efeitos biológicos da matéria orgânica são muitos, pois da sustentabilidade ao desenvolvimento de microorganismos benéficos que melhoram a vida do solo. Deve ser dada grande atenção ao manejo da matéria orgânica, buscando sempre a máxima reciclagem dos nutrientes e incorporação ao solo de carbono e nitrogênio, pois estes elementos são básicos para qualquer ser vivo do solo. Parte deles, absorvidos por plantas e microorganismos, parte fixada na fração de húmus estável e parte é perdido no processo respiratório ou arrastado pelas águas. Estas perdas exigem reposição constante através da matéria orgânica, até o solo atingir o equilíbrio, quando então a reposição será menor (Silva Filho, 1984).

O acúmulo de matéria orgânica no solo melhora algumas propriedades físicas do mesmo, pois aumenta a porosidade, a infiltração e a retenção de água, mas reduz o período de encharcamento, diminui a compactação, aumenta a resistências à erosão e reduz as variações de temperatura e umidade do solo e melhora também a absorção, além de reduzir a toxidez do alumínio. Substâncias orgânicas, como aminoácidos, açúcares, vitaminas, hormônios, ácidos orgânicos e antibióticos naturais formados pela atividade microbiológica do solo, também são absorvidos pelas raízes das plantas e incorporadas ao metabolismo vegetal promovendo seus processos vitais (Silva Filho, 1984).

Com o acúmulo da matéria orgânica também aumenta a vida no solo, a quantidade de microorganismos favorece ainda mais o desenvolvimento das plantas. A boa estruturação do solo com agregados relativamente estáveis com diversos tamanhos de poros é obtida através da atividade biológica. Geralmente, as práticas convencionais funcionam por um tempo, porém com o passar do tempo o solo perde sua capacidade produtiva e o agricultor começa a sofrer prejuízo. Com o uso do preparo mecânico é possível destorroar o solo, mas não se consegue agregá-lo. Os microorganismos têm um papel muito importante na formação da porosidade do solo e desempenham um papel

importante na agregação das partículas. Um fator determinante para a regeneração biológica é a cobertura permanente do solo. Os poros do solo que garantem a presença do oxigênio nas raízes, aonde que a função metabólica é fundamental para a absorção ativa de nutrientes (Asady & Smucker 1989). Além de tudo a porosidade ajuda a infiltração da água.

Os solos degradados através do cultivo convencional são pobres em quantidade e variedade de microrganismos. Este ambiente simplificado, somado ao monocultivo, favorece o desenvolvimento de pragas e doenças de solo. Em geral, as plantas que crescem nestes solos também desenvolvem mais patogenias e pragas da parte aérea e do sistema radicular. Por outro lado, um solo com intensa atividade biológica, rico e variado em microrganismos, os quais apresentam entre si competição, antagonismo ou predação acaba dificultando o estabelecimento de patógenos de plantas neste ambiente complexo e supressivo (Silva Filho, 1984).

2.3.4 A Importância da Diversidade Biológica e Vegetal para o Solo

Com o progresso da ecologia determinou-se que na natureza há predominância de mais interações positivas entre os organismos vivos do que negativas. Os métodos de manejo integrado, buscam conhecer e incrementar interações positivas que beneficiem a produção.

O conhecimento sobre plantas companheiras ou antagonistas aplicados às práticas de rotação ou consorciação de culturas resultam em diminuição de pragas, doenças, plantas invasoras, nematóides e na melhoria das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo. Da mesma forma, o conhecimento sobre as condições ecológicas predominantes no centro de origem das espécies cultivadas pode ser utilizado para proporcionar um ambiente mais adequado ao desenvolvimento das plantas.

As raízes dos vegetais superiores são as maiores fornecedoras de matéria orgânica em profundidade para o solo. Além de absorver os nutrientes solúveis, elas excretam ácidos orgânicos para solubilizar outros nutrientes, alimentando assim também uma grande quantidade e variedade de microrganismos próximos a elas. Por sua vez, estes microrganismos também contribuem para a liberação de nutrientes minerais e orgânicos para as plantas. Em um bom manejo de solo o ideal é ter a maior densidade e diversidade de raízes, que é a base para favorecer os microrganismos e toda a cadeia biológica no perfil do solo (Silva Filho, 1984).

As árvores desempenham um importante papel na melhoria da fertilidade dos solos. É crescente a identificação do número de espécies arbóreas que apresentam um ou mais tipos de simbiose. À medida que o solo vai sendo enriquecido com matéria orgânica as espécies nativas de microrganismos surgem em abundância. Em um solo bem manejado deve haver um equilíbrio entre o que cresce e o do que se decompõe.

2.3.5 Gênese do Solo

A gênese dos solos sempre foi interpretada mais sob a ótica mineralógica como um lento processo físico químico de intemperização da rocha mãe, sendo secundária a importância dos organismos vivos na formação dos solos. Estudos explicam que a fauna (raízes) e flora como cupins e formigas, entre outros, têm o mesmo peso na formação dos solos que a própria intemperização, explica ainda a gênese das “Stone Lines” que são linhas horizontais de pedras encontradas em profundidade de alguns tipos de solos, em consequência de remonte biológico vertical. Portanto o solo cresce, revelando assim a importância ecológica dos mesmos para o planeta. Os organismos vivos são mais rápidos e competentes na formação dos solos. Não há um milímetro quadrado de solo fértil que não tenha sofrido uma troca com organismos vivos, os solos são organo-minerais.

2.3.6 Água, Parte Gasosa e Microbiota do solo

A umidade é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento microbiano, estando envolvida em muitas das etapas de desenvolvimento dos microrganismos e das plantas. A umidade do solo, seja excesso ou falta, é de fundamental importância ao desenvolvimento dos patógenos radiculares, podendo afetar diretamente o patógeno, seu hospedeiro ou outros microrganismos. A água pode ser encontrada de duas maneiras no solo: livre ou gravitacional, que influencia a aeração do solo. A escassez de água que ocorre normalmente nas regiões tropicais acaba afetando o ciclo de vida do patógeno de diversas maneiras. Solos secos favorecem a permanência das estruturas de sobrevivência dos patógenos e aumentam a tolerância a altas temperaturas, mas inibem a germinação, crescimento e disseminação. Além disso, diferentes microrganismos exigem condições também diferentes para crescer, multiplicar e infectar a planta. Por exemplo, para os Oomycetes é necessária alta umidade, enquanto para algumas espécies de *Fusarium* condições de baixa umidade são favoráveis para a infecção. A umidade excessiva e a anoxia podem favorecer a dispersão do patógeno. O excesso de umidade causa estresse no sistema radicular e permite a rápida dispersão de esporos flagelados (zoósporos). O manejo adequado da água através de drenagem e irrigação pode ser utilizado para controlar eficientemente doenças de alguns patógenos habitantes do solo, principalmente a drenagem já que a maioria das doenças radiculares de tabaco é favorecida pelo excesso de umidade no solo, sendo este o fator preponderante para a instalação de determinados patógenos, como exemplos, zonas áridas favorecem *M. phaseolina* e *Fusarium* spp., zonas semi-áridas, além dos patógenos anteriores, favorecem também *Rhizoctonia solani* e *Peronosclerospora sorghi*, zonas sub-úmidas favorecem *Amillaria mellea*, *Phytophthora* spp. e *Ralstonia solanacearum*, enquanto em

zonas úmidas favorecem *Phytophthora* spp., *Pythium aphanidermatum*, *R. solanacearum*, *Sclerotium rolfsii* e nematóides (Michereff *et al.*, 2005).

2.4 Adubação Verde

O uso da adubação verde é uma prática muito antiga, realizada já nos tempos primitivos da agricultura. É um manejo diferenciado que permite diminuir o processo de erosão dos solos e melhora as condições químicas, físicas e biológicas.

2.4.1. Vegetação Espontânea x Adubação Verde

O conjunto de plantas superiores que se mantêm espontaneamente em áreas agrícolas e de pecuária, compreende espécies com características pioneiras, ou seja, plantas que ocupam locais onde, por qualquer motivo, a vegetação natural foi extinta e o solo ficou total ou parcialmente exposto (Pitelli, 1990).

Este tipo de vegetação sempre existiu e, no passado, sua presença sempre foi temporária, evoluindo sempre que houvesse uma área despojada de vegetação espontânea desaparecendo tão logo que a vegetação natural for estabelecida (Pitelli, 1990). O surgimento da população humana permitiu a perpetuação das plantas com características pioneiras, pois o homem criou e manteve nichos adequados ao crescimento e desenvolvimento deste tipo de vegetação. Não há dúvidas que foi destas espécies que o homem desenvolveu a maioria de suas espécies cultivadas e estabeleceu a base para a atividade agropecuária.

As ervas daninhas na maioria das vezes possuem grande agressividade, caracterizada por elevada e prolongada capacidade de sementes dotadas de alta viabilidade e longevidade, os quais são capazes de germinar, de maneira descontínua, em muitos ambientes. Possuem rápido crescimento e desenvolvimento, sendo alto compatíveis, mas não completamente autógamas ou apomíticas e quando alógamas

utilizam de agentes de polinização inespecíficos ou do vento. Devido à perenidade possuem uma vigorosa reprodução vegetativa e alta capacidade de regeneração de fragmentos, são bastante frágeis, de modo que as plantas se fragmentam e não são totalmente arrancadas do solo. Estas plantas desenvolvem mecanismos especiais que possuem grande habilidade de sobrevivência, com a produção de substâncias de natureza alelopáticas, (Baker, 1965, citado por Pitelli, 1990).

A vegetação espontânea ou ervas daninhas possuem um papel muito importante na natureza que é a de reciclar os nutrientes e ocupar áreas ociosas. Porém em áreas de plantio é importante realizar um bom manejo das plantas de cobertura ou de adubação verde para eliminar as ervas daninhas. Para realizar o plantio de plantas de cobertura ou adubação verde devemos observar alguns critérios básicos que devem ser levados em consideração na escolha das espécies, devem apresentar rápido crescimento inicial (agressividade inicial) e eficiente cobertura do solo, com produção de elevadas quantidades de fitomassa, capacidade de reciclagem de nutrientes, facilidade de implantação e condução no campo. Também devem apresentar baixo nível de ataque de pragas e doenças, não comportar-se como planta hospedeira, apresentar sistema radicular profundo e bem desenvolvido, devendo ser de fácil manejo para os cultivos de sucessão, apresentar tolerância e resistência à seca e geada.

2.4.2 Espécies de Plantas Utilizadas para Adubação Verde na Cultura do Tabaco no Sul do Brasil.

2.4.2.1 Plantas de Cobertura de Inverno

2.4.2.1.1 Aveia (*Avena* spp)

O gênero compreende 15 espécies anuais e perenes, sendo porém três as mais importantes (Monegat,1991): *Avena strigosa* (preta), *Avena sativa* (branca), *Avena*

byzantina (amarela) ambas anuais, todas com diversas cultivares. Os Estados Unidos e a Rússia são os maiores produtores. A aveia pode ter varias utilizações, como utilização do grão como cereal, utilizada para pastagens para animais e também como adubo verde para cobertura do solo, principalmente cobertura morta no sistema de plantio direto. Trabalhos de pesquisa com uso de plantio direto mostraram os efeitos residuais sobre o rendimento de soja e feijão, e na sanidade do solo, reduzindo as doenças como *Rhizoctonia* e *Sclerotinia* na cultura da soja, e populações de nematóides.

A aveia branca é mais adaptada para regiões temperadas, sendo pouco resistente a geadas, enquanto as aveias pretas e amarelas desenvolvem-se em clima tropical e subtropical, a aveia preta é mais rústica em termos de exigência de fertilidade e acidez, prefere argisolos e tem um bom perfilhamento.

Para o sul do país nas áreas com plantio de tabaco é mais indicado a utilização de aveia preta, pois adapta-se com mais facilidade as diversas situações encontradas em cada propriedade e apresenta mais facilidade para acamamento e maior produção de matéria seca (Monegat,1991). Deve ser semeada em torno de 150 dias antes da data prevista do plantio do tabaco, estando pronta para rolagem aos 120 dias após semeio que consiste na fase de grão leitoso.

2.4.2.1.2 Azevém (*Lolium multiflorum* Lam)

É uma planta originária da região do mediterrâneo, sendo uma planta rústica, agressiva, e com boa capacidade de perfilhamento, sendo cultivada principalmente para alimentação do gado leiteiro (Monegat,1991). É uma gramínea, anual, com bom potencial para perfilhamento, proporciona um bom efeito residual com diminuição na aplicação de herbicidas, sendo adaptado a climas tropicais e subtropicais, com alta tolerância a geadas e tem muita agressividade, desenvolve-se em qualquer tipo de solo porem prefere os argisolos com alto teor de matéria orgânica, é mais exigente em fertilidade porem possui

resistência à acidez do solo. É pouco utilizado como adubação verde em áreas para cultivo de tabaco, porém apresenta alta capacidade de supressão de plantas invasoras por ter efeito alelopático. Quando mal manejado como adubação verde acaba tendo ação de alelopatia também sobre a cultura de importância.

Deve ser semeado em torno de 150 dias antes da data prevista do plantio do tabaco, chega à fase grão leitoso aos 120 a 130 dias após semeio.

2.4.2.1.3 Centeio (*Secale cereale* L.)

Tem como centro de origem a Ásia Central, é uma planta muito cultivada por imigrantes alemães, é uma gramínea anual muito cultivada para produção do grão como cereal na fabricação do pão. Esta sendo iniciada a sua utilização como adubação verde para cobertura de solo em sistema de plantio direto em tabaco, produz um grande volume de massa seca e além de tudo apresenta ótima percentual de perfilhamento. É de fácil acamamento e em muitos casos não necessita de herbicida para dessecar. Também pode ser realizada a colheita dos grãos para semeadura na próxima safra. Cresce em solos ácidos, de arenosos a argilosos, podendo desenvolver em condições de baixa fertilidade, porém responde muito bem quando realizado aplicação de fertilizantes (Monegat,1991). Possui maior capacidade de absorção de nutrientes que outros cereais, sendo capaz de aproveitar elementos menos solúveis, caracterizado pela alta resistência à seca, sendo o ciclo também menor. Deve ser semeada em torno de 130 dias antes da data prevista do plantio do tabaco, a fase de grão leitoso é em torno de 115 dias após o semeio, sendo o melhor momento para realizar o acamamento.

2.4.2.1.4 Nabo Forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg)

Originário da Ásia, além de grande valor na alimentação animal, é de grande utilidade como planta para adubação verde, devido ao seu crescimento agressivo e controle de ervas daninhas. Há resistência ao seu cultivo em função de confundir com a nabiça (*Raphanus raphanistrum*), que é uma invasora muito agressiva e de difícil controle. O nabo forrageiro é uma planta da família das crucíferas, anual podendo chegar a 1,8 metros de altura, tendo importância as variedades Barabas e Apoll (Monegat,1991), é resistente a geadas tardias, com fácil adaptação em vários tipos de solo, com fertilidade média, sendo cultivado em regiões tropicais e subtropicais. O nabo é hospedeiro do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* que ataca o tabaco, porém seu efeito como adubação verde é muito mais vantajoso que o risco de desenvolver a doença, portanto pode ser utilizado em áreas sem histórico da doença para cultivo de tabaco. Atualmente é pouco utilizado.

2.4.2.1.5 Ervilhacas (*Vicia* spp.)

O gênero corresponde à cerca de 150 espécies, anuais ou perenes, originárias do Mediterrâneo e Oriente Médio mas somente algumas tem interesse agrícola, entre as leguminosas a ervilhaca apresenta grande importância (Monegat,1991). Nos três estados do sul as mais comuns são *V. sativa*, *V. vilosa*, são anuais, sua utilização é muito importante porém para a cultura do tabaco fica difícil seu uso, pois seu ciclo é mais longo e o pico de crescimento coincide basicamente com o plantio da safra.

2.4.2.1.6 Tremoços (*Lupinus* spp.)

Os tremoços já eram empregados pelos romanos para adubação verde de acordo com a narração de Plínio, enterrando com arados ou transportando para serem aplicados próximo às raízes das videiras e cobrindo com terra. Existe muitas espécies (cerca de 200), porém destas cerca de três tem importância. No Brasil existe varias espécies

selvagens. As espécies cultivadas no Brasil são *Lupinus albus* L.(tremoço branco), *Lupinus angustifolius* L. (tremoço azul), *Lupinus luteus* L. (tremoço amarelo). Estas três espécies tem como centro de origem, o Oriente Médio e o Mediterrâneo. Entre as espécies cultivadas existem várias cultivares, algumas doces e outras amargas, possuindo alcalóides (lupina, lupanina, esparteína, e oxilupanina), impedindo assim sua utilização na alimentação. Sua principal utilização é como planta de cobertura, caracterizando-se por recuperar as condições físicas e biológicas do solo, e como fixadora de nitrogênio (Monegat,1991). Na cultura do tabaco vem sendo utilizado incorporado ao solo em algumas lavouras na região do Alto Vale do Itajaí. Os tremoços requerem um clima frio, o tremoço amarelo vegeta bem em solo arenosos e ácidos, enquanto o branco e azul adaptam-se melhor em solos argilosos de média fertilidade, ambos suportam bem a acidez.

2.4.2.2 Plantas de Cobertura de Verão

2.4.2.2.1 Crotalária (*crotalaria* spp.)

O gênero possui cerca de 400 espécies, entre herbáceas, arbustivas, anuais e perenes, sendo cultivadas em regiões tropicais e subtropicais. O maior cultivo ocorre em solos arenosos e pobres (Monegat,1991). As crotalárias mais plantadas no sul são:

Crotalaria juncea L., planta anual, originária da Índia com ampla adaptação às regiões tropicais atinge até 3 metros de altura. Apresenta produção de biomassa variando em geral de 15-60 toneladas/ha de massa verde, um bom sistema radicular, melhorando a infiltração de água, boa capacidade de fixar nitrogênio e promover uma elevada reciclagem de vários nutrientes no perfil do solo, contribuindo para um aumento de rendimento nos cultivos posteriores (milho, soja, trigo, etc.). Normalmente quase não tem problemas com pragas ou doenças. É considerada pobre hospedeira de nematóides formadores de galhas e cistos.

Crotalaria mucronata, originária da África, planta agressiva, rústica, com raízes capazes de romper camadas adensadas. Pobre hospedeira de nematóides, contribuindo para a diminuição da população destes.

Crotalaria spectabilis, De acordo com Lordello (1973), já em 1940, Barrons demonstrou que as larvas infestantes do nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.) penetram nas raízes de *C. spectabilis*, mas não sobrevivem, perecendo prematuramente sem deixar sobreviventes, também é conhecido que a adição dos restos culturais provenientes das crotalarias ao solo estimula o desenvolvimento de uma microflora antagonista que propicia o controle biológico dos nematóides.

As crotalárias são empregadas em algumas áreas de plantio de fumo, porém são pouco usadas.

2.4.2.2 Mucunas (*Stizolobium* spp.)

Têm como origem o centro da China, compreende em torno de 10 espécies, sendo uma leguminosa, podem adicionar de 50 a 200 kg de nitrogênio por hectare, podendo alcançar até 12 metros de caule. Existe quatro cultivares mais plantadas no Brasil:

Mucuna Preta (*Stizolobium aerrimum* Piper et Tracy), apresenta um ciclo mais longo que a mucuna rajada com sementes grandes e achatadas.

Mucuna branca (*Stizolobium niveum* Kuntze) a semente é de cor cinza e achatada.

Mucuna Rajada (*Stizolobium deeringianum* Bort.) é mais precoce e as sementes são rajadas.

Mucuna Anã (*Stizolobium deeringianum* Bort.) atinge até 0,8 metros, sendo ereta apresentando florecimento entre 80-90 dias após o plantio (Monegat, 1991).

As mucunas se desenvolvem bem em regiões tropicais e subtropicais, necessitando de climas quentes, sendo bastante resistentes a seca, não sendo exigentes a solos, desenvolvendo tanto em solos arenosos, quanto argilosos e também pode tolerar

solos ácidos. De maneira geral são de fácil acamamento e cultivadas nas áreas baixas e médias com clima mais quente, alguns produtores realizam plantio direto sobre a mesma, realizando sua semeadura mesmo antes do término da colheita do tabaco, para poder desenvolver, já que seu ciclo é mais longo.

2.4.2.2.3 Milheto (*Pennisetum glaucum*)

Pertence à família das gramíneas, sendo do mesmo gênero do capim elefante. O cultivo para produção de grãos ocorre nos trópicos semi-áridos da África e no subcontinente indiano. A África Ocidental é a região onde o milheto foi domesticado há cerca de 5.000 anos. Desse modo, tanto a seleção natural quanto a antrópica fizeram com que essa cultura evoluísse a ponto de tolerar estresse hídrico, baixa fertilidade natural dos solos (principalmente baixo fósforo, níveis relativamente altos de alumínio tóxico, deficiência de molibdênio), baixa capacidade de retenção de água, baixo índice pH e altas temperaturas. Na cultura do tabaco é utilizado após a colheita nas áreas baixas e médias para adubação verde. Na África, a cultura do milheto é cultivada onde existe seca e colheitas frustrantes são possibilidades, sempre presentes.

Nessas áreas o milheto é cultivado quase que exclusivamente para alimentação humana e é a base da alimentação para milhões de famílias rurais. Essa planta forrageira, denominada pelos gaúchos, de pasto italiano, é superior ao milho em proteína, perdendo apenas para este, em carboidratos totais e consequentes ganhos de energia.

2.4.2.2.4 Aveia de Verão ou Capim Sudão (*Sorghum sudanense*)

É uma gramínea anual, originária do Sul do Egito e Sudão, que admitem ser a forma selvagem original dos sorgos cultivados atualmente. Cresce bastante, chegando a 2 metros de altura e produz grande quantidade de folhas, muito apreciada pelos animais.

Adapta-se a climas quentes e temperados, mas não tolera frio excessivo. Vegeta bem nos terrenos indicados para o milho e sorgo porém, prefere as várzeas frescas e férteis. É resistente à seca, produzindo massa verde mesmo quando a maioria das pastagens paralisa seu crescimento. Proporciona forragem tenra, palatável e nutritiva (Seprotec, 2009). É ótimo material para adubação verde, pois produz altos volumes de massa seca originando uma boa cobertura de solo, podendo ser inserida nas áreas médias e baixas após a colheita do tabaco ou em áreas com rotação de cultura como adubação verde.

Nas áreas de tabaco, o que pode ser observado é que nas partes baixas e médias pode ser realizado o cultivo de adubos verdes de verão mesmo após a retirada do tabaco em parte da propriedade, já que é possível desenvolver mesmo após o fim do cultivo com objetivo de produzir adubação verde, geralmente os adubos verdes de verão produzem maior quantidade de massa seca, quando comparado com adubos verdes de inverno. Porém não deve ser transplantada em toda área, um terço da área deve ser destinado ao cultivo de milho ou feijão, ou outro cereal após fumo, isto na verdade vai depender da necessidade de cada propriedade. O produtor deve tentar programar-se para realizar também a colheita da semente da adubação verde para não precisar comprar na próxima safra e sendo possível, até mesmo vender parte da semente para obter uma renda extra, isto vai ao encontro da sustentabilidade. Além destas adubações verdes citadas, existem várias outras com grande potencial como triticale e feijão de porco que podem ser utilizadas.

2.5 Ação de Microrganismos Antagonistas.

O conhecimento das ações microbianas é crucial para entender os processos de estabelecimento e manutenção da rizosfera, bem como crescimento e saúde da planta. Os fungos micorrízicos são componentes chave na microbiota do solo, e também realizam

interações relacionadas com a atividade de microrganismos fitopatogênicos no solo. As interações microbianas são inúmeras nos solos e alguns microrganismos, como *Streptomyces*, podem atuar produzindo substâncias difusíveis que estimulam o crescimento micorrízico. Estas substâncias podem ser antagonistas de fungos fitopatógenos como *Fusarium* e *Verticillium*. Outro grupo de grande importância nas interações com os fungos micorrízicos são as bactérias denominadas como Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (PGPR), que se referem a microrganismos como *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* e *Azotobacter*, entre outros, que são colonizadores agressivos das raízes, e que podem promover incremento no crescimento de plantas, ou ocasionalmente podem atuar como agentes antagonistas de microrganismos fitopatogênicos (Michereff *et al.*, 2005).

2.6 Relação entre Patógenos e Solo

O inóculo é qualquer estrutura do patógeno capaz de causar infecção incluindo estruturas vegetativas e reprodutivas, em doenças radiculares, o inóculo é uma parte do triângulo da doença, juntamente com o hospedeiro e o ambiente. A densidade de inóculo é a medida do número de propágulos por unidade de volume de solo, pois a chance de infecção de planta por patógenos vai depender da quantidade de inóculo, e da eficiência que tem de iniciar uma infecção. Esta eficiência tem sido estimada para vários fitopatógenos habitantes do solo. O potencial de inóculo, tem sido sugerido como uma maneira de mudanças de energia a ser fornecida pelo inóculo para que ocorra a invasão e infecção dos tecidos do hospedeiro. Esta “energia de crescimento” é proporcional ao número de unidades infecciosas ou propágulos do agente patogênico em contato com a unidade de área de superfície das raízes (Michereff *et al.*, 2005). A eficiência do inóculo é uma forma de ação e varia com o estado nutricional do propágulo, ambiente do hospedeiro e fatores genéticos como agressividade do patógeno.

Patógenos radiculares existem no solo em formas específicas relacionadas às características de desenvolvimento de cada patógeno. O inóculo pode ser constituído de células unicelulares de tamanho pequeno. O entendimento da natureza e forma do inóculo que sobrevive no solo e sua habilidade para iniciar infecções primárias são indispensáveis para o desenvolvimento de estratégias de manejo de doenças radiculares. Fungos podem existir no solo sob a forma de esporangiósporos, oósporos, clamidósporos, esporângios, zoósporos, conídios, escleródios, microescleródios ou micélios associados com restos culturais. Em relação às bactérias, as células unicelulares e aglomeradas de células associados com restos de plantas são os principais meios de sobrevivência no solo (Michereff *et al.*, 2005).

As estruturas de resistência constituem os propágulos básicos para infecção dos hospedeiros por muitos patógenos do sistema radicular. O conhecimento do tipo de estrutura determina a forma de sobrevivência do patógeno, a técnica mais apropriada para efetuar a amostragem e a quantificação do inóculo, bem como as medidas a serem adotadas visando o controle. A capacidade de reprodução dispersão do inóculo pode determinar o grau de ataque do mesmo. Para alguns microrganismos patogênicos a reprodução ocorre uma única vez, durante o período que o hospedeiro esta na área, porém para outros multiplica-se varias vezes ao longo deste período. A forma de inóculo existente no solo que inicia a infecção de tecidos do hospedeiro direta ou indiretamente é chamada inóculo primário. A formação do inóculo primário pode acontecer em tecidos do hospedeiro durante a patogênese ou como resultado de colonização saprofítica de tecidos mortos do hospedeiro. Os microescleródios de *V. dahliae* são um exemplo, de inóculo primário formado saprofiticamente em tecidos do hospedeiro após a patogênese. Em outros casos, o inóculo primário pode ser formado como resultado da conversão de propágulos no solo. Macroconídios de *F. solani*, formados em esporodóquios sobre os

tecidos do hospedeiro, são convertidos a clamidósporos quando introduzidos no solo. O inóculo primário está sujeito a várias adversidades durante a fase de sobrevivência. Os fatores ambientais podem influenciar o estado nutricional do inóculo primário durante a sobrevivência e, conseqüentemente, afetar o potencial e a eficiência do inóculo (Michereff *et al.*, 2005)

Em doenças radiculares, o inóculo secundário pode ser produzido dentro ou sobre as plantas infectadas. Este pode induzir infecções adicionais durante o ciclo da cultura e resultar num aumento da doença. Para culturas perenes, como árvores, não é difícil visualizar a importância do inóculo secundário em infecções secundárias do sistema radicular. Em alguns casos, o inóculo secundário pode também exercer uma função em epidemias de culturas anuais. A importância do inóculo secundário na canela preta do fumo, causada por *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*, foi demonstrada em experimento, provavelmente, esporângios e/ou zoósporos formados nas raízes de fumo, como resultado da infecção pelo inóculo primário, foram disseminados por irrigação ou chuva nos sulcos, resultando em novas infecções em plantas previamente não infectadas, evidenciando a importância do inóculo secundário em doenças. A pressão exercida por um patógeno vai depender da sua capacidade de produzir estruturas de sobrevivência que irão influenciar no número de propágulos que vão ou não germinar dependendo das condições de estímulos, por exsudatos de raízes de plantas ou sementes que estão sobre influencia direta da ação do clima, observando o clima de forma abrangente, podemos dizer que a ação da chuva é que tem maior impacto por adicionar a umidade no solo, que vai ativar a germinação ou desenvolvimento de sementes e plantas. Em segundo plano fica a temperatura que também tem um papel fundamental neste processo aonde interfere no desenvolvimento dos propágulos.

2.6.1 Fungistasia do Solo

Procura relatar a sobrevivência e ecologia de fitopatógenos habitantes do solo e da epidemiologia de doenças radiculares, esta situação foi observada sobre alguns propágulos viáveis de fungos sem influência de dormência, endógena ou constitutiva, não germinam em solos com condições de temperatura e umidade favoráveis, o crescimento das hifas fúngicas é retardada ou paralisada (Michereff *et al.*, 2005). Fungistasia refere-se às propriedades de natureza biótica e/ou abiótica de solos naturais que inibem a germinação de propágulos germináveis dentro ou em contato com o solo. Ocorre falha para germinar dentro ou sobre o solo de alguns propágulos, na ausência de açúcares, aminoácidos ou outros estimulantes liberados pelo hospedeiro potencial (sementes, raízes, etc.), é um atributo essencial de propágulos de muitos fungos habitantes do solo. Sob condições desfavoráveis, os fungos apresentam maneiras para restringir a germinação de propágulos, tendo em vista que são heterotróficos e a germinação na ausência de alimento potencial poderia levar à morte. Em combinação com substâncias inibitórias, a fungistase propicia um mecanismo biológico que assegura o sucesso da infecção de propágulos de fitopatógenos habitantes do solo. Os exsudatos das plantas podem levar a quebra desta dormência parcial, já que em contato somente com sais se sabe que sua viabilidade de desenvolvimento é comprometida, estudos mostraram que em solos alcalinos existe o potencial de liberar voláteis com propriedades inibidoras fungistáticas, que inibem o desenvolvimento de fungos. A amônia é um dos voláteis responsáveis pelo efeito fungistático no solo, sendo inibidora apenas de *Fusarium solani*.sp. *phaseoli* (Michereff *et al.*, 2005).

Os propágulos de patógenos radiculares sobrevivendo no solo normalmente são incapazes de se desenvolver até que o fator fungistático seja superado, a liberação da fungistasia ocorre se os propágulos são expostos a exsudatos em quantidade, distância e

tempo suficiente para estabelecer ou não a relação parasítica. Outros estudos muito interessantes ressaltam que bactérias quando removidas da solução do solo podem levar a ocorrer à liberação da fungistasia (Michereff *et al.*, 2005).

2.6.2 Solos Supressivos

O termo solo supressivo foi utilizado pela primeira vez por Menzies, em 1959, em trabalho relacionando tipos de solos com a ocorrência e a severidade da sarna da batatinha, na Califórnia. Existem diversos solos que tem o poder de supressão a microrganismos fitopatógenos, sendo:

- 1) o patógeno não se estabelece;
- 2) o patógeno se estabelece, mas falha em causar a doença;
- 3) o patógeno se estabelece, causa doença, mas a severidade é reduzida com a monocultura.

Na primeira categoria, estão os solos nos quais a baixa ocorrência de doenças é devida aos fatores físicos, tais como teores de argila e de areia, tamanho de agregados, assim como os fatores químicos, tais como pH, concentração de nutrientes e condutividade elétrica em adição aos fatores biológicos. Nesses casos, os patógenos normalmente não se estabelecem ou se estabelecem de forma fraca. Na segunda categoria, mesmo na presença do hospedeiro susceptível e do patógeno virulento, o desenvolvimento da doença é limitado ou não ocorre. Nesse caso, o fenômeno é associado aos organismos existentes no solo, podendo ou não estar associado a fatores químicos e físicos. Na terceira situação, em solos que, por um determinado período, apresentavam alta ocorrência da doença não específica da cultura a ser cultivada por várias safras, verifica-se que lentamente a doença passa a declinar, estando associada principalmente à monocultura (Michereff *et al.*, 2005)

Um solo supressivo é o contrário de um solo conducente. Existe a supressividade de curto e de longo prazo. A supressividade de curto prazo está relacionado com as alterações realizadas com as praticas agrícolas que afetam direta ou indiretamente os microrganismos. A de longo prazo esta relacionada com propriedades físicas e químicas estáveis do solo, aonde deve ser observada por vários anos (Michereff *et al.*, 2005).

Toda interferência agrícola no solo deve de ser calculada ou estimada, para ser realizada de maneira a atingir os microrganismos fitopatogênicos. Um solo com alta diversidade biológica tem maior capacidade de suprimir os patógenos. Existem vários organismos envolvidos na supressividade, os fungos são os mais estudados, entre eles esta o *Trichoderma*, é um fungo mitospórico, sendo a antibiose, competição e parasitismos os principais mecanismos pelo qual estes atuam (Michereff *et al.*, 2005).

Existem as micorrizas, os fungos formadores de micorrizas colonizam as raízes, o córtex é a região que envolve as raízes, formando uma trama micelial na rizozfera (Michereff *et al.*, 2005). Elas reduzem a severidade da doença, pois podem agir sobre os fitopatógenos, podendo produzir antibióticos, pela mudança fisiológica e morfológica das raízes, por barreira mecânica e por competição por nutrientes. Nas bactérias os gêneros que causam maior supressividade dos solos são *Pseudomonas* e *Bacillus*, são as rizobactérias mais estudadas, tem ação em produzir antibióticos e inibir alguns elementos químicos essenciais para fitopatógenos.

Os colêmbolas e protozoários, são organismos importantes na supressividade de muitos solos, os colêmbolas são mais importantes em solos onde as práticas agrícolas culminam com o aumento no teor de matéria orgânica. Estes organismos têm capacidade de alimentar-se de fungos, bactérias contribuindo para a redução dos organismos fitopatogênicos. As minhocas têm grande efeito benéfico no solo, alguns estudos mostraram que inúmeros fungos foram encontrados no estômago das minhocas e apenas

poucos destes foram excretados novamente, mostrando que pode ser um organismo capaz de combater fungos e também de dispersá-los, reduz a severidade de ataque dos fungos fitopatogênicos habitantes do solo. Ela realiza a ingestão e morte das hifas no intestino e além do seu efeito direto ao solo, vem sendo demonstrado o efeito supressivo de vermicomposto sobre *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* e *Plasmodiophora brassicae*, quando incorporados aos solos (Michereff *et al.*, 2005).

As propriedades físicas e químicas do solo tem ação indireta sobre os patógenos, o teor de matéria orgânica, pH, macro e micronutrientes, estrutura e textura, tipo de argila, retenção de água, condutividade elétrica e outras, podem favorecer ou desfavorecer o desenvolvimento de fitopatógenos (Michereff *et al.*, 2005).

2.7 Manejo Sustentável para Doenças Radiculares em Áreas de Tabaco

Na fase de lavoura podem ocorrer inúmeras doenças na cultura do tabaco, tudo vai depender dos fatores envolvidos, na escolha da área, do preparo de solo, na qualidade das mudas, das condições climáticas, cultivar utilizada e manejo realizado. Destas doenças os patógenos radiculares são os que têm maior importância para a cultura. Os patógenos radiculares, também são denominados fitopatógenos habitantes do solo, passam a maior parte de suas vida no solo estando adaptados as mais diversas situações, infectam órgãos subterrâneos ou caules das plantas, têm capacidade de sobreviver no solo por um longo período na ausência de seus hospedeiros, possuem capacidade de competição saprofítica e seus estádios de disseminação e sobrevivência são confinados ao solo, embora alguns possam produzir esporos disseminados pelo ar ou água (Michereff *et al.*, 2005).

Na lavoura as situações ficam mais críticas quando na área já existe patógenos radiculares com alta pressão, as mudas a serem transplantadas não foram bem conduzidas e também estão infectadas com fitopatógenos habitantes do solo. Isto leva a uma rápida infestação com danos severos, já que ocorre um agravamento do problema onde a muda já infectada esta debilitada sem todo seu vigor e quando introduzida em um ambiente impróprio acaba sendo facilmente tomada pelos patógenos de solo, já que suas defesas estão desestruturadas, o ambiente exerce grande influencia sobre a cultura e os patógenos de solo, principalmente excesso de umidade e temperaturas mais elevadas favorece ainda mais o desenvolvimento de patógenos de solo.

Três doenças de solo tem mais importância na cultura do tabaco, sendo Murcha bacteriana, Nematóides (*Meloidogyne incógnita e Meloidogyne javanica*) e Amarelão. Os problemas de frustrações de safras se agravam em anos com excesso de chuvas, pois a alta umidade favorece o desenvolvimento de doenças de solo. Em anos com o efeito “La Niña” que é o aquecimento das águas do oceano Pacífico acima da média, faz com que ocorram chuvas em excesso principalmente na região sul. Porém a presença de patógenos radiculares é um fator que limitam melhores resultados em algumas áreas, pois são de difícil controle e difícil manejo após o problema instalado. O que pode ser utilizado para minimizar a pressão dos patógenos nas áreas é o manejo cultural com rotação de cultura e uso de adubação verde.

2.7.1 Manejo Cultural

A variação de produtividade esta relacionada com as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de doenças radiculares, o seu controle requer medidas que geralmente impactam no custo de produção. A ameaça a sustentabilidade econômica tem levado os produtores a recorrerem ao manejo integrado, visando a sustentabilidade do

agronegócio, dando foco no meio ambiente, no lucro e na longevidade do negócio. As principais estratégias de manejo baseiam-se no uso de variedades resistentes, no emprego de fungicidas, no uso de agentes biológicos e no controle cultural (Cardoso, 2004). O controle cultural consiste em tomadas de decisão muito antes da instalação da cultura, onde se age de forma preventiva, buscando reduzir o número de inóculo e inviabilizar o mesmo, procurando distanciar do hospedeiro.

São três os princípios que fundamentam o controle cultural:

- a) supressão do aumento e/ou a destruição do inóculo existente;
- b) escape das culturas ao ataque potencial do patógeno;
- c) regulação do crescimento da planta direcionado à menor suscetibilidade.

O potencial de controle cultural, ou por práticas culturais, está diretamente relacionado com a oportunidade de manipulação das condições de crescimento das plantas. As principais práticas culturais envolvidas no controle cultural são: rotação de culturas, manejo do solo e dos restos culturais, população adequada de plantas, irrigação, adubação verde, compostagem, fertilização do solo, época de plantio (Michereff *et al.*, 2005), porém a rotação de cultura é a prática mais antiga de controle de doenças e pragas. A rotação de cultura é a técnica de ocupar uma área de terra para plantio com espécies e também cultivares diferentes, é recomendada porque a exigência e capacidade de retirar nutrientes é diferente de uma planta para outra, além de facilitar o manejo de ervas daninhas reduz a presença de pragas e doenças (Pitelli, 1990). Ao se escolher a cultura recomenda-se usar plantas de famílias diferentes, plantas com diferentes tipos de raízes, dando preferência para as plantas com raízes profundas e com capacidade de descompactar o solo, tendo como exemplo as crotalárias. Usar com frequência leguminosas para repor o nitrogênio do solo. Em áreas de pequenas propriedades muitas vezes o produtor não tem área disponível para realizar rotação de cultura. Em casos como

este o ideal é realizar a troca de áreas com produtores vizinhos que trabalham com outras culturas. Neste caso ocorre melhoria em ambas as áreas, em muitas situações quando a área apresenta graves problemas de estrutura de solo e alta pressão de doenças, muitas vezes é vantajoso realizar mesmo o aluguel de uma área vizinha, para poder fazer uso de uma adubação verde de verão e posterior de inverno para depois realizar no próximo ano o plantio de tabaco. Sabe-se que a quantidade de fitomassa dos adubos verdes de verão são maiores quando comparado com os adubos verdes de inverno sendo assim é importante realizar adubação verde de verão em função do seu volume.

Para realizar esta pratica deve se definir a planta mais importante, combinar plantas com raízes mais profundas com plantas com raízes mais superficiais. Associar plantas com muitas folhas com outras de poucas folhas, combinar plantas de ciclo longo com as de ciclo curto. Associar plantas com diferentes formas de crescimento e com diferentes exigências nutricionais e água. Porem é uma técnica que precisa ser mais bem estudada (Pitelli,1990). O sistema de cultivo a ser utilizado tem um impacto muito grande, é muito importante ser definido com antecedência pois vai servir para a realização do planejamento. O manejo relacionado ao sistema de cultivo a ser utilizado (tomada de decisão) vai refletir diretamente no desenvolvimento da cultura. Sem sombra de duvidas a utilização de plantio direto juntamente com a rotação de cultura nos dias atuais é um fator determinante na evolução das praticas agrícolas para buscar a redução de mão-de-obra, proteção do solo e da água e produções mais constantes ao longo das safras. Inúmeros estudos mostram que a utilização de plantio direto gera no solo uma estabilidade na fauna de microrganismos, sobressaindo inúmeras vantagens de redução de esporos e outros fatores positivos para as culturas. Os danos causados pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* podem ser minimizados pela prática do plantio direto com rotação de culturas. Foi observada, uma redução na intensidade da doença na cultura do

feijão, atribuída à barreira mecânica propiciada pela palha do arroz, reduzindo a liberação do inóculo no ar. Em plantio direto do feijão sobre palha de arroz houve uma redução de 43% na viabilidade dos esclerócios e 20% no plantio sem palha de arroz. Essa perda de viabilidade pode estar relacionada com a umidade, temperatura e quantidade e qualidade da microbiota do solo (Michereff *et al.*, 2005)

Para o tabaco nos últimos três anos ocorreu uma evolução muito grande de conceitos de manejo de solo, o tabaco como as outras solanáceas de maneira geral tem um sistema radicular pouco agressivo, sensível ao encharcamento e que não penetra em solos compactados comprometendo sua produtividade caso tenha algum destes fatores negativos para seu desenvolvimento.

O uso de camalhões altos e de base larga esta sendo um diferencial para a cultura do tabaco quando bem preparado, pois proporciona um ambiente menos saturado com umidade que inibe ou restringe o desenvolvimento principalmente de *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.* já que estes organismos têm alta taxa de desenvolvimento em solos com excesso de umidade, a confecção dos camalhões deve de ser realizada no mínimo com cinquenta dias de antecedência para o sistema convencional sem palhada e em torno de cento e cinquenta dias antes da data prevista para plantio do tabaco, nas áreas com uso de palhada, o preparo deve ser realizado com o solo seco e sem impedimentos químicos e físicos.

Muitos produtores na região do Alto Vale do Itajaí adotaram o plantio direto, onde realizam o trabalho de confecção dos camalhões e utilizam os mesmos camalhões por várias safras, somente realizam o semeio de aveia ou outro adubo verde sem revolver o solo, isto só pode ser realizado quando as características físicas e químicas ficam estáveis, os camalhões não podem estar compactados, está observação deve ser realizada no final do ciclo. Nas últimas duas safras com chuvas muito acima do normal, em muitas

áreas, observou-se que varias plantações com solos mais pesados, mesmo com o uso de camalhões alto e de base larga, ocorreu encharcamento do sistema radicular e em função disto às plantas amarelaram e ocorreram entradas de doenças radiculares. Porém foi observado que além de romper com os impedimentos químicos e físicos e confeccionar camalhões altos e de base larga, é muito importante à incorporação de adubos verdes dentro camalhões, foram realizadas observações em alguns produtores nas safras 2008 e 2009.

Áreas observadas:

a) Produtor Antonio Dechirin da localidade de Alto Santa Luiza, cidade de Vidal Ramos – SC na safra 2009 foi observado a incorporação de tremoço dentro dos camalhões altos e de base larga, com uma antecedência de quarenta dias ao plantio do tabaco, este sistema é muito vantajoso pois acaba criando um ambiente que drena o excesso de água nos primeiros meses que são setembro e outubro, esta fase é um período crítico para o desenvolvimento de doenças. Posteriormente acumula umidade em função da decomposição dos resíduos em dezembro e janeiro quando a cultura esta desenvolvendo as folhas ponteiros. É comum ocorrer estiagem que afetam o desenvolvimento neste período. Observou-se que nas áreas com tremoço incorporado aos camalhões altos e de base larga o tabaco não sofreu por ataque de patógenos na fase inicial e no final do ciclo o efeito por estresse hídrico foi amenizado, a produtividade ficou em 3400 kg por hectare, quando comparado com outra área (área vizinha) na mesma propriedade que apresentava o mesmo tipo de solo porém apenas com camalhões altos e de base larga produziu 2100 kg por hectare, nesta área na fase inicial desenvolveu patógenos de solo e nos meses de dezembro e janeiro sofreu com estresse hídrico. O único inconveniente é que neste sistema não é possível realizar plantio direto ou na palha, já que o tremoço é

semeado nos meses mais frios que antecedem o plantio do tabaco, por ser um adubo verde de inverno.



Figura 1. Adubação verde Tremoços (*Lupinus* spp) safra 2009.
Produtor: Antonio Dechirin , Alto Santa Luiza, Vidal Ramos - SC



Figura 2. Camalhões altos de base larga com adubação verde de Tremoços (*Lupinus* spp) incorporado, safra 2009.
Produtor: Antonio Dechirin , Alto Santa Luiza, Vidal Ramos - SC



Figura 3. Camalhões altos de base larga com adubação verde de Tremoços (*Lupinus spp*) incorporado, safra 2009.

Produtor: Antonio Dechirin , Alto Santa Luiza, Vidal Ramos - S



Figura 4. Foto lavoura de Tabaco com camalhões altos de base larga com adubação verde de Tremoços (*Lupinus spp*) incorporado, safra 2009,

Produtor: Antonio Dechirin , Alto Santa Luiza, Vidal Ramos – SC

b) Na propriedade do produtor Jaime Alves, do Município de Vidal Ramos estão sendo confeccionados camalhões altos de base larga com incorporação de adubação verde de verão, com tração animal. A incorporação de resíduos está ocorrendo com adubação verde de milho. Esta palhada pode ser incorporada seca após a colheita do grão, ou verde

ainda com a espiga de milho, para conseguir realizar esta incorporação o produtor arranca ou corta os pés de milho e coloca em fileiras onde depois vão ser passadas duas ou mais arações para enterrá-lo e formar os camalhões altos e de base larga. A incorporação de adubação verde é realizada cerca de sessenta a noventa dias antes do plantio do tabaco. O produtor afirma que antes de iniciar com este sistema sua produtividade era muito baixa, chegando apenas a 2000 kg por hectare, com baixa qualidade. Os problemas de doenças radiculares eram constantes. Nas últimas safras a produtividade chegou a 3800kg de tabaco por hectare, sem nenhum problema de doenças radiculares, com uma produtividade muito acima da média da região.



Figura 5. Confeção de camalhões altos de base larga com adubação verde de milho incorporado, safra 2008, Produtor: Jaime Alves, Vidal Ramos – SC



Figura 6. Vista do sistema radicular e adubação verde de milho incorporado, em estágio de decomposição, safra 2008.

Produtor:Jaime Alves, Vidal Ramos - SC



Figura 7. Vista da lavoura com camalhões altos de base larga com adubação verde de milho incorporado, safra 2008.

Produtor: Jaime Alves, Vidal Ramos – SC



Figura 8. Vista da lavoura com camalhões altos de base larga com adubação verde de verão (milho) incorporado, Safra 2008.

Produtor: Jaime Alves , Vidal Ramos - SC

c) Produtor Evair Selhorst da localidade de Nova Itália no município de Aurora – SC, foi realizado adubação verde de verão em consórcio, sendo *Crotalaria spectabilis* e milheto semeados na primeira quinzena de dezembro em uma área de quatro hectares. Foi realizada adubação com nitrogênio com trinta e cinco dias após a semeadura na quantidade de 100 kg de uréia por hectare. Na primeira semana de abril foi realizada uma passada de grade para acamar a adubação verde e cortar as plantas em partes menores para facilitar o manejo, posteriormente foi realizado duas subsolagens com subsolador de discos, em direções diferentes formando um “X” em toda área. Em parte da lavoura foram confeccionados os camalhões altos e de base larga com incorporação de toda a massa verde de verão nos camalhões, e parte da área foi deixada em nível (opção do produtor) sem incorporação da adubação verde de verão, ficando sobre o solo. Após o preparo de solo simultâneo nas duas áreas, realizou-se a semeadura de aveia preta. A aveia foi dessecada em ambas as áreas com trinta e três dias antes do plantio do tabaco. e no dia 14/09/2008 foi realizado o plantio nas duas áreas. A produtividade na área com

camalhões altos de base larga com adubação verde de verão incorporada, chegaram a 4050kg por hectare, já na outra área sem camalhões altos de base larga e sem incorporação de adubação verde de verão nos camalhões a produtividade foi de 830 kg por hectare, nesta área ocorreu encharcamento do sistema radicular, e surgimento de diversas doenças de solo e ficando economicamente inviável a cultura devido à baixa produtividade. Neste sistema foi possível incorporar adubação verde de verão, bastante fibrosa nos camalhões altos e de base larga e realizar o plantio na palha com cobertura de aveia preta. Observou-se que o uso de camalhões altos de base larga com incorporação de adubação verde de verão e cobertura de aveia, traz inúmeras vantagens como melhoria de renda (econômica), melhoria na condição de vida do produtor e do município onde está instalado (social) e preserva o meio ambiente por não causar erosão e a água retida das chuvas nos camalhões infiltra no solo lentamente (ambiental).



Figura 9. Adubação verde de Milheto e crotalaria spectabilis, safra 2009.
Produtor: Evair Selhorst, Nova Itália, Aurora – SC



Figura 10. Preparo de solo com camalhões Altos de Base Larga com incorporação de Adubação Verde de verão, Safra 2009.

Produtor: Evair Selhorst, Nova Itália, Aurora - SC



Figura 11. Diferença de Vigor entre as áreas com Plantio na palha com camalhões altos de Base larga com incorporação de adubação verde de verão X área com plantio na palha em nível e sem incorporação de adubação verde com plantio na linha, Safra 2009.

Produtor: Evair Selhorst, Nova Itália, Aurora - SC



Figura 12. Diferença de Vigor entre as área com Plantio na palha com camalhões altos de Base larga com incorporação de adubação verde de verão X área com plantio na palha em nível e sem incorporação de adubação verde em linha, Safra 2009.
Produtor: Evair Shelorst, Nova Itália, Aurora - SC



Figura 13. Vista da lavoura aos 130 dias após plantio, plantio na palha com camalhões altos de Base larga com incorporação de adubação verde de verão, Safra 2009.
Produtor: Evair Selhorst, Nova Itália, Aurora – SC



Figura 14. Sistema radicular, Plantio na palha com camalhões altos de Base larga com incorporação de adubação verde de verão, Safra 2009.
Produtor: Evair Selhorst, Nova Itália, Aurora - SC



Figura 15. Sistema radicular com Plantio na palha com camalhões altos de base larga com incorporação de adubação verde de verão (à esquerda na foto) X área com plantio na palha em nível e sem incorporação de adubação verde em linha, Safra 2009.
Produtor: Evair Selhorst, Nova Itália, Aurora – SC

O sistema mostrado acima é simples porém de grande eficácia. O ambiente criado favorece o desenvolvimento de microrganismos benéficos que acabam entrando em

sinergismo, combatendo os microrganismos fitopatogênicos do solo, levando a um patamar de maior estabilidade no volume e na qualidade do tabaco produzido.

Com este sistema ocorre uma otimização dos fertilizantes pois aumenta o número de raízes facilitando ainda mais o desenvolvimento da cultura. A planta expressa todo seu potencial produtivo quando o sistema radicular também pode desenvolver-se sem qualquer impedimento químico, físico e biológico. Na maioria das vezes quando ocorre impedimento no solo o produtor quer compensar com a adição de mais fertilizantes, próximo das poucas raízes existentes, isto gera um desequilíbrio muito grande na planta, aumenta em muito o custo de produção, além disso o metabolismo da planta fica alterado, refletindo diretamente na diminuição da qualidade, já que as folhas de fumo ficam muitas “carregadas” quando a planta absorve altas doses de adubação por todo o seu ciclo, gera folhas de fumo verdes do tipo K indesejadas para o mercado. Os resultados com o uso de adubação verde de verão ou de inverno incorporados nos camalhões altos e de base larga promovem uma estabilidade de produção e diminui os danos causados pelos patógenos radiculares. Esta técnica também pode ser utilizada em outras culturas visando também o aumento e estabilidade de produção.

3 CONCLUSÃO

Com base nas observações realizadas, pode se concluir que o controle cultural pode ser utilizado como uma ferramenta para controle de doenças radiculares. Considerando que os patógenos radiculares se desenvolvem melhor em condições de altas umidades e que solos compactados concentram umidade acima do normal, chega-se a conclusão que romper o impedimento físico acaba criando uma condição inadequada para o estabelecimento de microrganismos fitopatogênicos. O uso de adubação verde incorporada tem uma ação inibitória dos microrganismos e mantém o solo com condições físicas, químicas e biológicas favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular contribuindo para incremento de produtividade.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, F.; MOORE, B.L. Chemical factors affecting root growth in subsoil horizons of coastal plain soils. **Soil Science Society of America. Journal**, Madison, v.47, p.5-30 1983.

AFUBRA. **Associação dos Fumicultores Brasileiros**, Disponível em: <http://www.afubra.com.br/principal.php?acao=conteudo&u_id=1&i_id=1&menu_site_id=23/>. Acesso em: 28 set. 2009.

ALABOUVETTE, C. Fusarium wilt suppressive soils: an example of disease suppressive soils. **Australasian Plant Pathology**, Collingwood, v. 28, p. 57-64, 1999.

ASADY, G. H.; SMUCKER, D. R. P. Compaction and root modifications of soil aeration. **Soil Science Society of America. Journal**, Madison, v.53, n. 1, p.251-254, 1989.

BARBER, B.A.; GUNN, K.B. The effect of mechanical forces on the exudation of organic substances by the roots of serial plants grown under sterile conditions. **New Phytopathology**, Geneva, v. 73, p. 39-45, 1974.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Física de suelos**. México : Hispano-Americana, 1973. p.529.

CAMPBELL, R. B.; REICOSKY, D. C.; DOTY, C. W. Physical properties and tillage of Paleodults in the southeastern Coastal Plains. **Journal of Soil Water Conservation**, Ankeny, v.29, p.220-224, 1974.

CARDOSO C.C. **Controle de Murcha bacteriana em Tomateiro com a Incorporação de Guandu e Crotalaria ao solo e com enxertia em porta encherito resistente**. 2004. 23f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia , Cruz das Almas, 2004.

COLLIS, W.K.; HAWKS, S.N. **Principles of Flue-Cured Tobacco Production**. Raleigh: N.C. State University, 1993. 301p.

CULTURA do tabaco. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabaco>> Acesso em: 23 out. 2009.

KEW, K.L.; ZENTMEYER, G.A. Chemotatic response of zoospores of five species of *Phytophthora*. **Phytopathology**, Geneva, v. 63, p. 1511-1517, 1973.

LABUSCHAGNE, N.; JOUBERT, D. Profile modification as a means of soil improvement: promoting root health through deep tillage. In: UPHOFF, N.; BALL, S.A.; PALM; C. **BIOLOGICAL Approaches to Sustainable Soil Systems**. Boca Raton : [s.n.], 2006.

MARENGO, J. A. **Água e Mudanças Climáticas**. Estudos Avançados vol.22 no.63 São Paulo p.4-25, 2008. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200006> Acesso em: 23 out. 2009

MICHEREFF S. J., ANDRADE D. E. G. T., MENEZES M. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos tropicais**. Recife : UFRPE, 2005. p.4-310.

MONEGAT, Cláudio. **Plantas de Cobertura de Solo**. Características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó : Ed. do autor, 1991.

PITELLI, R.A. Ecologia de plantas invasoras em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, Jaboticabal SP, 1990. **Anais**. Jaboticabal, 1990.

POINAR JR., G. O.; JANSSON, H. **Diseases of nematodes**. Boca Raton : CRC Press, 1988a. 149p.

SASSER, J. N.; FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: The role of the society. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. (Ed.). **Vistas on nematology**. DeLeon Springs, 1987. p.7-14.

SEPROTEC. **Tecnologia em produção de sementes**. Disponível em: <http://www.seprotec.com.br/produtos_cobertura_capim.asp> Acesso em: 16 ago. 2009

SILVA FILHO, G.N.; VIDOR, C. As praticas de manejo de solo na população microbiana. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.8, 1984.

SMUKER, A.J.M.; ERICKSON, A.E. Anaerobic stimulation of root exudates and diseases of peas. **Plant and soil**, Michigan, v. 99, p. 423-433, 1987.

SOANE, B.D. **Soil Compaction in Crop Production**. Amsterdam : Elsevier, 1994. p.5-40.

SOUZA CRUZ. **Cultura do Fumo-Manejo Integrado de Pragas e Doenças**. Santa Cruz do Sul, 1998. p.5-15.

TOKESHI, H.; ALVES, M.C.; SANCHES, A.B.; HARADA, D.Y. Controle de *Sclerotinia sclerotiorum* com microrganismos eficazes. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 23, p. 146-154, 1997.

VEPRASKAS, M. J.; MINER, G. S. Effects of subsoiling and mechanical impedance on tobacco root growth. **Soil Science Society of America. Journal**, Madison, v.50, n.2, p.423-427, 1986.

WILCOX, W.; MIRCETICH, S.M. The influence of different levels of soil moisture on Phytophthora root rot and crown rot of Mahaleb cherry rootstock. **Phytopathology**, Geneva, v. 69, p. 1049, 1979.