



UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA

Alan Pacifico Pereira

ESPÉCIES VEGETAIS POTENCIAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE

Dissertação de Mestrado

Cruz Alta - RS, 2015

Alan Pacifico Pereira

ESPÉCIES VEGETAIS POTENCIAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE

Dissertação apresentada ao Mestrado em Desenvolvimento Rural, Área de Concentração em Desenvolvimento Rural Sustentável, na linha de pesquisa Produção Vegetal, da Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ, RS), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Jana Koefender

Cruz Alta, RS, 2015

Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ
Centro de Ciências da Saúde e Agrárias
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

ESPÉCIES VEGETAIS POTENCIAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE

Elaborado por:

Alan Pacifico Pereira

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Desenvolvimento Rural

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Jana Koefender _____ UNICRUZ

Prof.^a Dr.^a Candida Elisa Manfio _____ UNICRUZ

Prof.^a Dr.^a Sandra Beatriz Vicenci Fernandes _____ UNIJUI

Cruz Alta – RS 31 de julho de 2015.

Dedico este trabalho à minha esposa Patrícia Tavares Pereira e aos meus filhos Nicolas e Maria Eduarda pela paciência, amor, dedicação, compreensão nos momentos de ausência e pelo incentivo em todas as horas no decorrer do curso.

Aos meus pais Pacifico e Maria Bernardete Tessari Pereira, em especial pela dedicação e apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela oportunidade de viver, pelo amparo, por iluminar e guiar pelos caminhos e decisões no decorrer da vida.

À minha esposa Patricia e aos meus filhos Nicolás e Maria Eduarda, pela compreensão que tiveram enquanto cursava o curso de pós-graduação, e pelo apoio nas horas difíceis que surgiram no caminho.

À UNICRUZ, pela possibilidade de cursar a pós-graduação.

Aos grandes amigos que foram feitos durante o curso e que sempre estiveram ao lado nas horas de alegrias e de dificuldades que, com forças, foram todas superadas.

Aos Mestres, em especial à orientadora Dr.^a Jana Koefender, que com boa vontade e dedicação estavam sempre prontos a responder e esclarecer dúvidas que surgiram no decorrer do curso de pós-graduação e o auxílio prestado na realização da dissertação.

Aos meus queridos pais e irmãos, que sempre me apoiaram com carinho a seguir em frente, sempre buscando o caminho do bem.

Aos colegas, Júlio, Maiquel, Augusto, André, Josué, Rodrigo, Marcos, Camila, Alexandre, Pedro, Tiago e Elton, pelo companheirismo e por todos os momentos no decorrer do curso.

À Professora Candida, à Técnica Cristiane e às bolsistas de iniciação científica do Laboratório de Cultivo *in Vitro*, Juliana, Alice, Jean Roque e Daniel, que nunca mediram esforços para auxiliar na realização da pesquisa no laboratório.

*Bem-aventurado o homem que encontra
sabedoria, e o homem que adquire conhecimento,
pois ela é mais proveitosa do que a prata, e dá
mais lucro do que o ouro. Mais preciosa é do que
os rubis; tudo o que podes desejar não se
compara a ela.*

Provérbios 3: 13-15

RESUMO

ESPÉCIES VEGETAIS POTENCIAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE

Autor: Alan Pacifico Pereira
Orientadora: Prof. Dra. Jana Koefender

A busca por sistemas produtivos que viabilizem a permanência do agricultor familiar no campo tem sido motivo de estudos e discussões. O manejo com plantas de cobertura como alternativa para adubação verde melhora a fertilidade do solo e assim o sistema produtivo, reduzindo custo de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa fresca e seca, as quantidades de macronutrientes (N, P, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cu, Zn, Fe, Mn, B) liberadas dos resíduos vegetais de seis espécies de plantas de cobertura de solo. As seis espécies de cobertura avaliadas foram: capim sudão (*Sorghum sudanense*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), guandu anão (*Cajanus cajan*), trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e a vegetação espontânea em pousio. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, implantado em um Latossolo Vermelho distrófico. Observou-se que o feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), produziu 76 t. ha⁻¹ e 25 t. ha⁻¹ de fitomassa fresca e seca, respectivamente, A *Crotalaria juncea* foi a cultura com maior potencial de macronutrientes N (36 g. kg⁻¹), P (3,30 g. kg⁻¹), e o trigo mourisco com maior potencial de micronutrientes Fe (2.450 mg. kg⁻¹).

Palavras-chaves: Agricultura familiar. Plantas de cobertura. Fertilidade do solo.

ABSTRACT

POTENTIAL SPECIES OF PLANT FOR GREEN FERTILIZATION

Author: Alan Pacifico Pereira
Advisor: Prof. Dr. Jana Koefender

The search for productive systems that make possible the permanence of family farmer in the field has been the cause of studies and discussions. The management of cover crops as an alternative to green fertilization improves soil fertility and thus the productive system, reducing cost of production. The objective of this work was to evaluate the production of fresh and dry biomass, the quantities of macronutrients (N, P, Ca, Mg and S) and micronutrients (Cu, Zn, Fe, Mn, B) released the vegetable waste of six species of cover crops. Six species of coverage were evaluated: Sudan grass (*Sorghum sudanense*), crotalaria (*Crotalaria juncea*), beans (*Canavalia ensiformis*), dwarf pigeon pea (*Cajanus cajan*), buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) and mucuna (*Mucuna aterrima*) and the spontaneous vegetation in landing. It was used a randomized block design, with three repetitions. Among the studied species it was found that the bean (*Canavalia ensiformis*), produced 76.09 t. ha⁻¹ and 24.99 t. ha⁻¹ of fresh and dry biomass, respectively, while the *Crotalaria juncea* was the culture with greater recycling of macronutrients N (36 g. kg⁻¹), P (3.30 g. kg⁻¹), and the buckwheat with greater recycling of micronutrients Fe (2,450 mg. kg⁻¹).

Keywords: family Farming. Cover plants. Soil fertility.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção estimada de matéria fresca e seca (kg ha^{-1}) da parte aérea de plantas para adubação verde. UNICRUZ, Cruz Alta, RS, 2015.....	29
Tabela 2 - Teores de nutriente da parte aérea de plantas para adubação verde de verão. UNICRUZ, Cruz Alta, RS, 2015.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS

°C: Graus Centígrados

a.C.: Antes de Cristo

d.C.: Depois de Cristo

Al: Alumínio

B: Boro

C/N: Relação carbono e nitrogênio

Ca: Cálcio

Cm: centímetro

CTC: Capacidade de troca de cátions

Cu: Cobre

Fe: Ferro

g. kg⁻¹: gramas por quilo

ha: Hectares

K: Potássio

Kg. ha⁻¹: Quilos por hectares

Km: Quilômetros

M.O.: Matéria Orgânica

M: Metros

M²: Metros quadrado

Mg. dm⁻³: Miligrama por decímetro cubico

Mg. m⁻³: Miligrama por metro cúbico

Mg: Magnésio

Mn: Manganês

MS: Mato Grosso do Sul

N: Nitrogênio

P: Fósforo

Pb: Chumbo

S: Enxofre

T/ha/ano: Toneladas por hectares por ano

T/MS/ano: Toneladas de Matéria Seca por ano

Zn: Zinco

μmol L⁻¹: Micromol por litro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 A história da adubação verde no mundo	16
3.2 Adubação verde e qualidade do solo	16
3.3 Plantas de cobertura para adubação verde	18
3.4 Adubação verde na propriedade familiar	20
4. RESULTADOS	22
4.1 Artigo	22
4.2 Introdução	24
4.3 Material e métodos.....	25
4.4 Resultados e discussão	27
4.5 Conclusão.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
DISCUSSÃO GERAL	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

1. INTRODUÇÃO

A adubação verde é uma técnica utilizada desde o século 4 antes de Cristo, técnica esta que visa à utilização de plantas que servem como cicladoras de nutrientes que estão em camadas superficiais e profundas do solo.

As plantas utilizadas para adubação verde, quando são cortadas ou incorporadas ao solo, entram em estado de decomposição e começam a liberar nutrientes que são extraídos pelas raízes e transportados pela seiva para o caule, folhas, vagens e frutos.

A decomposição de material vegetal auxilia na composição biológica do solo, servindo de alimento e incorporando ao meio ambiente novos microrganismos, que irão ajudar na decomposição da matéria. Assim, aumentam e melhoram a qualidade da matéria orgânica do solo, contribuem para melhor fertilidade, através de nutrientes ciclados e disponibilizados por plantas sucessoras e na composição física do solo através da decomposição das raízes das espécies que irão criar novos poros no solo para a lixiviação de água e nutrientes.

Na busca por maior e melhor produtividade em pequenas áreas agrícolas, muitos agricultores familiares não estão utilizando o manejo de solo adequado, assim como plantio em nível para evitar escoamento superficial de solo fértil, técnicas conservacionista de solo, deixando muitas vezes pouca palha da cobertura da cultura antecessora. A redução do uso da palha da cultura antecessora pós-colheita tem induzido os agricultores a erro no manejo produtivo, ao acreditar que a resteva da cultura é suficiente para recobrir o solo. Dessa forma, acaba caindo no processo de regressão do sistema de plantio direto, deixando o solo descoberto, aumentando a capacidade erosiva e de compactação do solo.

Muitos agricultores esquecem o uso dessas práticas utilizadas no passado recente, como curva nível, plantio em nível, práticas conservacionistas de solo como a adubação verde, que auxiliam no aumento da produção, pela melhoria da qualidade química, física e biológica do solo.

A prática de adubação verde auxilia na melhoria da fertilidade do solo através da ciclagem de nutrientes e pode beneficiar a cultura sucessora com auxílio na supressão de plantas infestantes, e também como refúgio para alguns insetos, que são inimigos naturais de pragas.

Em decorrência da pouca área produtiva, a maioria dos agricultores familiares acaba implantando ou ficando refém da monocultura de produção de grãos, o que pode prejudicar a vida financeira do agricultor e da propriedade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa verde, seca e a ciclagem de nutrientes na parte aérea de diferentes plantas de cobertura de verão.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a produção de fitomassa fresca e seca, e a quantidade de macronutrientes e micronutrientes liberados dos resíduos vegetais de seis espécies de plantas de cobertura de solo ou adubos verdes.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a produção de fitomassa fresca e seca de seis espécies de adubação verde.
Quantificar o potencial de macronutrientes e micronutrientes liberados dos vegetais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A história da adubação verde no mundo

A adubação verde é uma das práticas agrícolas milenares que teve grande contribuição entre os diferentes povos: chineses (gramíneas), gregos (favas) e romanos (tremoço). Conforme relato de Dias (2005), a adubação verde começou na região do Rio Amarelo, na China, há 8 mil anos a.C., pela fabricação de adubos de restos vegetais e animais, húmus dos rios e esterco humanos. No Egito, por volta de 600 anos a.C., a civilização se aproveitava das cheias do rio Nilo, que depositava em suas margens uma camada de húmus com 20 metros de profundidade, 15 km de largura e 800 km de extensão, para cultivar cevada, trigo e lentilha. Os povos Andinos, para terem área agricultável, construíam terraços de pedras para o plantio. Eles tinham conhecimento de sofisticadas técnicas de adubação para a produção de alimentos e utilizavam guano (fezes e restos de aves marinhas) que buscavam no lombo dos animais no litoral do oceano Pacífico, rico em fosfato de cálcio, nitrogênio, sulfato de sódio e potássio (DIAS, 2005).

No Brasil, desde o início do século, há relatos de trabalhos com adubação verde de diversos autores. Dutra (1919), citado por Callegari (1993), em seu trabalho intitulado de *Adubação verde: sua produção e modo de emprego*, já mostrava o efeito melhorador da adubação verde e recomendava o seu emprego.

3.2 Adubação verde e qualidade do solo

O uso de plantas de cobertura em sistemas de rotação de culturas com adubação verde, adaptado regionalmente, irá promover uma redução acentuada de perdas de solo. Isso porque a reciclagem de nutrientes confere melhor fertilidade, maior diversidade biológica, maior equilíbrio e aumento no rendimento das culturas, estabilizando a produção e possibilitando o uso racional e constante da terra, de maneira a tornar sustentável o sistema de produção (CALEGARI, 2012).

A compactação do solo é um antigo problema na agricultura que vem sendo intensificado com a modernização, principalmente pelo uso de máquinas cada vez maiores e

mais pesadas ou a presença de animais em sistema agropastoril. Segundo Hamza e Anderson (2005), acontece em solos agrícolas e em pastagem, a maior ocorrência em uma camada de 10 a 20 cm de profundidade (FRANCHINI *et al.*, 2009), e com diferentes respostas pelas culturas à compactação do solo (FOLONI *et al.*, 2006). Ela é dependente principalmente de sua classe textural associada às práticas de manejo. Assim, pode-se afirmar que as decisões tomadas em relação ao manejo do solo devem ser, muitas vezes, específicas para cada situação.

Quando o solo está compactado, sua resistência é aumentada, e a porosidade total é reduzida à custa dos poros maiores. O conteúdo volumétrico de água e a capacidade de campo são aumentados, enquanto a aeração, a taxa de infiltração de água e a condutividade hidráulica do solo saturado se reduzem, aumentando o escoamento superficial, com diminuição do crescimento radicular das plantas e da aeração no solo em decorrência da menor infiltração de água no solo (REICHERT *et al.*, 2007).

Para Abreu *et al.* (2004), o sistema radicular abundante e vigoroso das plantas de cobertura do solo cria poros biológicos com grande funcionalidade, pois melhora a aeração do solo e a infiltração de água, sendo, em muitos casos, mais eficaz que a escarificação mecânica. Os poros representam no solo um valor menor que 3% do volume, parecendo pouca redução da densidade do solo, mas com resultado positivo na fluidez do ar e da água nas camadas do solo, pouco detectados por métodos tradicionais. Estudos têm indicado melhorias no solo com rotação de culturas e a introdução de plantas de cobertura (CALEGARI, 2012).

Segundo Braida *et al.* (2006), uma maior quantidade de palha sobre a superfície do solo auxilia na redução dos efeitos negativos do adensamento causado pelo tráfego de máquinas, pois diminui as pressões exercidas na superfície.

Pesquisas realizadas por Reinert *et al.* (2008) comprovam que densidades entre 1,75 e 1,85 Mg. m⁻³ em argissolo vermelho distrófico tiveram algum impedimento de crescimento, enquanto valores acima de 1,85 Mg. m⁻³ prejudicaram o desenvolvimento radicular de determinadas plantas comerciais, inclusive o crescimento de leguminosas. Contudo, em densidades menores que 1,75 Mg. m⁻³ em culturas de nabo forrageiro, crotalária, guandu anão, mucuna e feijão de porco não foi observado nenhum impedimento do crescimento, sendo que a maioria das raízes tiveram um bom desenvolvimento radicular, tanto da raiz pivotante, quanto das raízes secundárias.

Com base na observação dos perfis radiculares das plantas de cobertura e os dados de densidade do solo, caracterizaram-se três graus: baixo inferior (menor 1,75 Mg. m⁻³), médio (1,75 – 1,85 Mg. m⁻³) e alto (maior que 1,85 Mg. m⁻³). Conforme relatado anteriormente, as plantas encontraram maior dificuldade de crescimento no grau alto, sendo este considerado

crítico para o sistema radicular das plantas, impedindo o crescimento da raiz pivotante; já no grau médio, obteve-se alguma dificuldade no crescimento de raízes, como engrossamento, desvios e ramificações.

3.3 Plantas de cobertura para adubação verde

A adubação verde é uma prática do cultivo de diferentes espécies vegetais em uma mesma área, em sucessão ou consorciada, visa à proteção do solo contra agentes causadores da erosão, redução de infestação de plantas espontâneas, aumento do teor de matéria orgânica e promoção da ciclagem de nutrientes (COLOZZI FILHO *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2009, LEITE *et al.*, 2010). Além disso, proporciona melhoria nas características físicas, como agregação de carbono orgânico (PERIN *et al.*, 2002), de fitomassa (GOSCH, 2007), fornecimento de nitrogênio, através fixação biológica (GAMA-RODRIGUES *et al.*, 2007), mantendo a umidade do solo, a amplitude térmica e auxiliando na redução de temperaturas máximas (TORRES *et al.*, 2006).

Para Fiorin (2007), as plantas de cobertura são, de maneira geral, rústicas e agressivas. Desenvolvem-se bem em condições adversas de solo, rompendo camadas adensadas, que promovem a aeração, a estruturação e aumento de infiltração de água no solo. As pesquisas existentes sobre adubação verde são suficientes para desencadear um processo de adoção da utilização de plantas de cobertura.

Dentre as espécies que podem ser utilizadas como planta de cobertura e adubação está o capim sudão (*Sorghum sudanense*). Originário do sul do Egito e Sudão, é uma gramínea anual de cultivo de verão, tanto para alimento animal quanto para cobertura verde em áreas agrícolas; tem um bom crescimento, podendo chegar a 2 - 3 metros de altura e com uma grande quantidade de produção de folhas; é adaptado ao clima quente e temperado, não tolerando o frio excessivo; é resistente a secas e tem preferência por várzeas férteis. Seu plantio pode ser realizado em linha ou a lanço, e a época de semeadura pode ser realizada entre os meses de outubro e dezembro.

Outra espécie com grande potencial para uso como adubação verde é a Crotalária Juncea (*Crotalaria juncea*), espécie originária da Índia, com ampla adaptação às regiões tropicais. As plantas são arbustivas, de crescimento ereto e determinado, produzem fibras e celulose de alta qualidade, recomendada para adubação verde, repelente a alguns insetos, e controle de nematoides. Sua recomendação como cultura para adubação verde baseia-se no fato de ser uma leguminosa de rápido crescimento inicial, atingindo, em estação normal de

crescimento, 3 a 3,5 metros de altura. O plantio pode ser realizado de outubro a março, com cultivo em linha ou lanço.

Foloni (2006) relata que a produção de matéria seca da parte aérea da crotalária juncea não é prejudicada pela compactação do solo em subsuperfície e com boa formação de “bioporos” nas camadas do solo. Para Leal (2013), a crotalária apresenta teores de macronutrientes superiores, em sua parte aérea, aos comparados com milho em condições semelhantes de cultivo. A produtividade pós crotalária do milho superou 1.910 kg.ha⁻¹ o milho, indicando a viabilidade econômica desse adubo verde no cultivo de milho na região de Cerrado.

Dentre as plantas consideradas descompactadoras de solo está o Feijão Guandu Anão (*Cajanus cajan*), espécie com sistema radicular profundo e grande potencial de absorção de água, possibilidade de reciclagem de nutrientes em camadas mais profundas e com capacidade de desenvolvimento em solo onde há formação de crosta superficial (FARIAS, 2013).

Jimenez *et al.* (2008), em estudo realizado com Guandu Anão (*Cajanus cajan*), analisando o crescimento das plantas sob níveis diferentes de compactação de solo em Latossolo Vermelho, verificaram que o guandu obteve menor índice de massa seca da parte aérea, para todas as densidades do solo. Cabral *et al.* (2012) estudaram os efeitos da compactação em solos argilosos e o crescimento do feijão guandu; os resultados mostraram que as restrições ao crescimento indicaram, inicialmente, menor absorção de água pela planta, em consequência do decréscimo de infiltração e armazenamento de água, limitando o crescimento radicular.

Para as condições ambientais adversas de cultivo, encontra-se o feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), pois é uma planta que suporta as adversidades desde o clima árido e seco das regiões semiáridas até o de regiões com florestas tropicais (TEODORO *et al.*, 2011). O feijão de porco tem sido utilizado em diversas regiões do país, pela sua rusticidade, resistência à seca, adaptando-se a solo ácido, salino, mal drenado e de baixa fertilidade (PANDOVAN, 2011). Esta cultura, além de ser uma boa planta para adubação verde, serve como planta de fitorremediação, a qual, em estudo realizado por Almeida *et al.* (2008), mostrou seu potencial fitoextrator de chumbo (Pb.), sem afetar o seu crescimento; o Pb. Fornecido, na forma de acetato até a dose de 1.000 µmol L⁻¹, não demonstrou fitotoxicidade na parte área da planta.

Outra espécie que poderia ser utilizada nas propriedades agrícolas é a mucuna preta (*Mucuna aterrima*). No entanto, segundo Teodoro *et al.* (2011), por ter um ciclo mais longo, poderia inviabilizar a introdução em sistema de cultivo com rotação e sucessão de culturas, pois

implicaria em uma permanência maior na área, o que não seria interessante para o agricultor em decorrência da otimização da área, mas apresenta potencial para utilização em consórcios com culturas semelhantes. Para Foloni (2006), a mucuna preta tem redução no crescimento aéreo em 17% com o aumento da compactação em subsuperfície.

A cultura do Trigo Mourisco ou Sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), planta dicotiledônea da família Polygonacea, é uma planta rústica, de ciclo curto, de múltiplo uso e tem sido redescoberto em vários países, devido ao seu potencial como alimento nutricêutico, diabético e medicinal (KLEIN *et al.*, 2010). Destaca-se pela eficiência no controle de plantas daninhas, pela tolerância à acidez, capacidade de utilização de sais de fósforo e potássio, pouso solúvel no solo, com bom desenvolvimento em solos pobres (PASQUALOTO, 1999; KLEIN *et al.*, 2010).

3.4 Adubação verde na propriedade familiar

Para agricultores familiares de base ecológica da região de clima temperado, um dos pilares tem sido a utilização de plantas recuperadoras do solo, como forma de garantir a cobertura permanente do mesmo, apesar da pouca disponibilidade de sementes no mercado e muitas vezes sem informações técnicas adequadas de manejo e produção.

Dentre os aspectos a serem observados na escolha e seleção da espécie para que possa servir aos princípios e necessidades dos agricultores, está a multiplicidade de uso, a rusticidade, a facilidade de manejo da planta e da produção de semente e, o mais importante, a capacidade de melhorar a qualidade química, física e biológica do solo (BELIVAQUA *et al.*, 2008). Para Cruz (2011), a característica principal dos agricultores familiares é o menor uso de insumos externos à propriedade, com a produção direcionada às necessidades do grupo familiar.

Para ajudar nessa redução de custo, uma das maneiras utilizadas é o enriquecimento do solo por nitrogênio via associação simbiótica através de bactérias do gênero *Rhizobium*, realizada por leguminosas no processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico; as leguminosas também auxiliam no processo de descompactação do solo, pela capacidade de penetração de suas raízes (AMABILE e CARVALHO 2006).

Segundo Menezes e Leandro (2004), espécies da família das gramíneas também são recomendadas como adubo verde. Devido a sua maior relação de carbono e nitrogênio (C/N), tem como princípio a manutenção da cobertura do solo e, pelo seu volume de raiz, melhora a

aeração, a porosidade e os agregados do solo, uma ótima alternativa na associação com leguminosa.

Além da observação das condições edafoclimáticas do ambiente na agricultura familiar, o incremento da sustentabilidade econômica, ambiental e social com introdução de espécies de adubação verde deve ser objeto de incentivo para melhoria das condições dos estabelecimentos rurais, e consequente permanência no campo, com promoção do desenvolvimento rural.

4. RESULTADOS

4.1 Artigo

RESUMO

ESPÉCIES VEGETAIS POTENCIAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE

Autor: ALAN PACIFICO PEREIRA

Orientadora: JANA KOEFENDER

A busca por sistemas produtivos que viabilizem a permanência do agricultor familiar no campo tem sido motivo de estudos e discussões. O manejo com plantas de cobertura como alternativa para adubação verde melhora a fertilidade do solo, conseqüentemente o sistema produtivo, reduzindo o custo de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa fresca e seca, as quantidades de macronutrientes (N, P, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cu, Zn, Fe, Mn, B) liberadas dos resíduos vegetais de seis espécies de plantas de cobertura de solo. As seis espécies de cobertura avaliadas foram: capim sudão (*Sorghum sudanense*), crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), guandu anão (*Cajanus cajan*), trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e a vegetação espontânea em pousio. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, implantado em um Latossolo Vermelho distrófico. Observou-se que o feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) produziu 76 t. ha⁻¹ e 25 t. ha⁻¹ de fitomassa fresca e seca, respectivamente, A *Crotalaria juncea* foi a cultura com maior potencial de macronutrientes N (36 g. kg⁻¹), P (3,30 g. kg⁻¹), e o trigo mourisco com maior potencial de micronutrientes Fe (2.450 mg. kg⁻¹).

Palavras-chaves: Agricultura familiar. Plantas de cobertura. Fertilidade do solo.

ABSTRACT

POTENTIAL SPECIES OF PLANT FOR GREEN FERTILIZATION

Author: ALAN PACIFICO PEREIRA

Advisor: JANA KOEFENDER

The search for productive systems that make possible the permanence of family farmer in the field has been the focus of studies and discussions. The management of cover crops as an alternative to green fertilization improves soil fertility and thus the productive system, reducing cost of production. The objective of this work was to evaluate the production of fresh and dry biomass, the quantities of macronutrients (N, P, Ca, Mg and S) and micronutrients (Cu, Zn, Fe, Mn, B) released the vegetable waste of six species of cover crops. Six species of coverage were evaluated: Sudan grass (*Sorghum sudanense*), crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*), beans (*Canavalia ensiformis*), dwarf pigeon pea (*Cajanus cajan*), buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) and mucuna (*Mucuna aterrima*) and the spontaneous vegetation in landing. It was used a randomized block design, with three repetitions. Among the studied species it was found that the bean (*Canavalia ensiformis*), produced 76.09 t/ha-1 and 24.99 t/ha-1 of fresh and dry biomass, respectively, while the *Crotalaria juncea* was the culture with greater recycling of macronutrients N (36 g.kg-1), P (3.30 g.kg-1), and the buckwheat with greater recycling of micronutrients Fe (2,450 mg.kg-1).

Keywords: family Farming. Cover plants. Soil fertility.

4.2 Introdução

A busca por novos mecanismos que viabilizem a permanência do agricultor familiar no campo tem sido motivo de estudos e discussões em todo o país, pois o êxodo rural tornou-se prática intensa nas últimas décadas, principalmente entre os agricultores familiares (SILVA *et al.*, 2005), fato agravado em virtude dos baixos preços pagos ao produto agrícola, pelo elevado custos dos insumos, como fertilizantes químicos e agroquímicos, que a agricultura convencional preconiza, além das consequências ambientais geradas como degradação do solo, o enfraquecimento das propriedades químicas, físicas, biológicas e consequente erosão do solo.

Essa situação, na maioria das vezes, como consequência das dificuldades enfrentadas no campo, origina o deslocamento de agricultores para os centros urbanos na tentativa de melhores condições de vida (PORTELA e VESENTINI, 1995).

Com o processo da remoção da vegetação natural e o cultivo subsequente, há perda da camada mais rica do solo em nutrientes, o que reduz o teor de matéria orgânica (SOUZA *et al.*, 2000; PERIN *et al.*, 2000). A recuperação desses solos é lenta, com custo elevado e muitas vezes os agricultores familiares não disponibilizam dos recursos necessários (ERNANI *et al.*, 2001).

Dentro deste contexto, o desenvolvimento de técnicas agrícolas mais tradicionais e conservacionistas são fundamentais para otimização da produção em pequenas propriedades, como a adubação verde, que auxilia na minimização dos efeitos de degradação do solo.

Considera-se adubo verde a planta cultivada com a finalidade de enriquecer o potencial produtivo do solo, através da disponibilidade de nutrientes extraídos pelas raízes e disposto na superfície na fitomassa produzida. O adubo verde, como mencionado por diversos pesquisadores e sintetizado por Miyasaka (1983), já era uma prática empregada entre 4 a 5 séculos antes de Cristo para melhorar a produtividade do solo. No Brasil, um dos primeiros relatos publicados é de Neme (1934), citado por Calegari (1992), que apresentou um trabalho indicativo de leguminosas como adubo verde e forragens.

A prática de adubação verde mostra seus efeitos positivos nos sistemas produtivos agrícolas, para agricultores mais conscientes, que se preocupam com a conservação e melhorias do ambiente e do solo. Prática esquecida pela inserção dos adubos químicos, mas com grande

melhoria das propriedades dos solos agrícolas, e que vem novamente despertando interesse de agricultores (TEDESCO, 1983).

Como a adubação verde consiste na incorporação de fitomassa de espécies vegetais distintas, as leguminosas são as mais difundidas para essa finalidade. Apresentam como características importantes um sistema radicular mais profundo e ramificado e a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, mediante simbiose com a bactéria de gênero *Rhizobium*, ocorre a extração e a mobilização de elementos menos solúveis e nutrientes das camadas mais profundas do solo e disponibilizando em camadas mais superficiais do solo (MIYASAKA, 1983).

Pauletti (2009) salienta a capacidade de absorver nutrientes das plantas de cobertura, solteiras ou consorciadas em camadas profundas do solo e acumulá-los na parte aérea. Altera-se o teor de nutrientes nas camadas mais superficiais ao longo do ciclo das culturas sucessoras, quando dispostos novamente sobre o solo.

A importância do uso de plantas de cobertura e seus benefícios é bastante difundida no inverno e pouco utilizada no verão, por não trazer benefícios financeiros imediatos e ocupar espaço de culturas comerciais. Na maioria das vezes, ocorre pela falta de conhecimento dos efeitos benéficos que as plantas de cobertura trazem para os sistemas de produção. Wildner (1992) destaca que o uso de adubo verde colabora para reduzir a incidência de erosão, plantas competidoras, perdas de nutrientes, recuperação de áreas degradadas e amplitude térmica na superfície do solo.

Estudos com adubo verde têm demonstrado potencial para aumento produtivo do solo, com o principal desafio em saber conciliar as espécies no sistema de produção. Deve-se considerar aspectos como clima, solo e infraestrutura da propriedade (CALEGARI, 1992), o potencial das plantas que produzem sementes para a comercialização com fonte de renda ao agricultor (BULISANI, 1992).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa fresca, seca e o potencial de nutrientes na parte aérea de diferentes plantas de cobertura de verão.

4.3 Material e métodos

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2013/2014, no município de Salto do Jacuí, na propriedade do Sr. Pacifico Olenir Pereira, na região do Alto Jacuí, noroeste do Rio Grande do Sul (RS), Latitude S 29° 06'08,7" Longitude W 53° 12'59,6" Altitude 295 metros. O clima

da região é classificado como subtropical tipo Cfa, segundo Köppen, e o solo é um Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006).

Foram testadas seis espécies de plantas de cobertura e o pousio: capim sudão (*Sorghum sudanense*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), guandu anão (*Cajanus cajan*), trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) e mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e pousio (apenas as plantas espontâneas em pousio de verão). Adotaram-se as seguintes densidades de semeadura: capim sudão e crotalária juncea (25 kg de sementes ha⁻¹), feijão de porco (120 kg de sementes ha⁻¹), guandu anão (35 kg de sementes ha⁻¹), trigo mourisco e mucuna preta (80kg de sementes ha⁻¹).

O experimento foi constituído por sete tratamentos, com três repetições, dispostos em blocos ao acaso, totalizando 21 parcelas de 2m x 2m cada (4 m²). A análise de solo até 0,20 m de profundidade foi realizada com o seguinte resultado: argila (34%), pH H₂O (5,9), SMP (6,3), P (6,9 mg.dm⁻³), K (216 mg.dm⁻³), M.O. (2,5%), Al troc. (0,0 cmol_c dm⁻³), Ca (10,1 cmol_c dm⁻³), Mg (2,3 cmol_c dm⁻³), CTC (16,1 cmol_c dm⁻³), Saturação: base (80,4%), Al (0,0%), S (4,3 mg.dm⁻³), Zn (7,2 mg.dm⁻³), Cu (12,7 mg.dm⁻³), B (0,4 mg.dm⁻³) e Mn (45 mg.dm⁻³).

O preparo do solo foi realizado com arado, e os nivelamentos com grade, ambos realizados com tração animal. Não foi realizada adubação complementar ou de base, apenas calcário de concha como corretivo na proporção de 200 kg ha⁻¹ espalhado a lanço no pré-plantio.

A semeadura foi realizada manualmente em 03 de dezembro de 2013, sendo o capim sudão semeado a lanço, enquanto a *Crotalaria juncea*, feijão de porco, guandu anão e a mucuna preta foram semeadas em linha com espaçamento de 0,50 m e o trigo mourisco com 0,20 m de espaçamento entre linhas. Após o plantio, as sementes foram cobertas manualmente com uso de enxada. No decorrer do desenvolvimento das culturas foram realizadas capinas para o controle de plantas invasoras (7 e 21 dias após a emergência), exceto nas parcelas do pousio.

Devido à estiagem no mês de dezembro de 2013, houve a necessidade de irrigar por 18 dias consecutivos com uma lâmina de 05 mm de água/dia. A colheita do trigo mourisco e do capim sudão foi em fevereiro; o feijão de porco e o guandu anão, em março; a crotalária juncea e as plantas espontâneas (pousio) em abril; e a mucuna preta, em maio de 2014. O corte foi realizado no período reprodutivo da cultura que compreendeu entre o florescimento e grão leitoso. A fitomassa seca e fresca das plantas foi avaliada por meio de um quadrado metálico (0,5 m. x 1,0 m), disposto aleatoriamente em dois pontos em cada parcela, nos quais foram cortadas todas as plantas rente ao solo, para obter a fitomassa fresca.

O material vegetal foi picado em partes menores, acondicionado em sacos de papel Kraft, identificados, e posteriormente secados em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C.,

durante 72 horas até atingir peso constante. As amostras foram moídas em moinho tipo Wiley, acondicionadas em recipientes com 100g e enviadas ao Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para a determinação dos teores de nutrientes, segundo metodologia descrita por Tedesco *et al.* (1995).

Os dados foram submetidos à análise da variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico Sisvar 5.3 (Ferreira, 2011).

4.4 Resultados e Discussão

Todos os processos implicados na melhoria da qualidade do solo depende da produção de fitomassa para proteção do solo, especialmente contra a erosão, e a importância dessa camada de palha sobre a superfície do solo é destacada por Heckler *et al.* (1998). Alvarenga *et al.*, (2001) citam que a necessidade mínima de palha a ser deixada pela cultura antecessora seria de $6 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para uma cobertura adequada do solo. Na presente pesquisa, verificou-se que a espécie que obteve a menor quantidade de fitomassa seca foi o trigo mourisco com $6,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e o feijão de porco com a maior produtividade com $24,9 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Tabela 1). Portanto, essas espécies poderiam ser utilizadas num sistema de rotação de culturas, pois todas apresentaram rendimentos de fitomassa seca acima da quantidade mínima requerida para o sistema. Séguy e Bounizac (1995) mencionam que uma camada de palha tem o papel de "uma bomba recicladora de nutrientes", na superfície do solo, auxiliando a cultura posterior implantada.

A adubação verde pode ser considerada uma prática promissora na produção de hortaliças em sistema orgânico, conforme relato de Fontanétti *et al.* (2006), que, mesmo no primeiro ano de cultivo orgânico, permitiu a obtenção de cabeças comerciais de alface americana e de repolho com peso satisfatório para o mercado.

No cultivo da uva cultivar Cabernet Sauvignon para vinho com o uso de adubação verde de espécies anuais, Zalameña *et al.* (2013) obtiveram um incremento na produção.

A maior produção de fitomassa fresca e seca foi a do feijão de porco, com $76,09 \text{ t ha}^{-1}$ e $24,99 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente (Tabela 1), sendo que a produtividade de fitomassa fresca é superior aos limites citados por Calegari (1995), de 14 e 30 t ha^{-1} de fitomassa fresca, e também foram superior ao limite citado por Borges *et al.* (2004), de 20 a 40 t ha^{-1} e corrobora com os

resultados de Fontanétti (2003) de fitomassa fresca e seca, que são respectivamente de 35,86 e 7,51 t. ha⁻¹.

A produção de fitomassa fresca e seca do feijão de porco é similar aos resultados encontrados por Almeida e Camara (2011), que registraram 78,5 t. ha⁻¹, e 14,1 t. ha⁻¹ de fitomassa fresca e seca respectivamente. Essa produção de fitomassa seca pode ser considerada alta, se comparada a outros resultados como os encontrados por Gouveia e Almeida (1997), Oliveira *et al.* (2002) e Teixeira *et al.* (2005), que observaram produtividade entre 2,5 e 3,5 t ha⁻¹.

Pesquisa realizada por Fontanétti (2003) com a *Crotalaria juncea* relata uma produtividade de fitomassa fresca e seca de 39,33 e 12,75 t. ha⁻¹, respectivamente, resultados inferiores aos observados por Cardoso *et al.*, (2013), de 62,50 e 23,25 t. ha⁻¹, sendo que resultados similares foram obtidos pela mesma espécie nesta pesquisa de 66,67 e 22,70 t. ha⁻¹, respectivamente, de fitomassa fresca e seca.

A produtividade do capim sudão, em um único corte, rendeu 56,03 t. ha⁻¹ de fitomassa fresca e 20,77 t. ha⁻¹ fitomassa seca, superior à encontrada por Tomich (2002), que variou de 24,8 – 37,8 t. ha⁻¹ e de 13,8 – 17,6 t. ha⁻¹ de fitomassa fresca e seca, respectivamente. Já Orth (2012), em dois anos, três épocas de semeadura e cinco cultivares, registrou produções no primeiro ano de cultivo, 4,4 t. ha⁻¹ e no segundo ano de cultivo chegou a 7,8 t. ha⁻¹ de fitomassa seca. Sperling *et al.* (2011) verificaram produtividades de 42,0 – 57,1 t. ha⁻¹ de fitomassa fresca e de 21,2 – 26,7 t. ha⁻¹ de fitomassa seca, resultados que são semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

Na área de pousio, emergiram nas parcelas espécies como tiririca (*Cyperus rotundus*), milhã (*Digitaria horizontalis*), picão preto (*Bidens pilosa*), caruru (*Amaranthus deflexus*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), papuã (*Brachiaria plantaginea*), que produziram um volume de massa vegetal menor que as culturas de adubação verde (Tabela 1).

O que pode ter interferido na produção final de algumas espécies foi a presença de vagens e grãos, pois a maioria das espécies são de ciclo indeterminado, e a colheita ocorreu em fase reprodutiva entre o florescimento pleno e grão leitoso. As culturas mucuna preta, guandu anão e trigo mourisco não apresentaram diferenças estatísticas significativas para a fitomassa fresca e seca.

Tabela 1 - Produção estimada de matéria fresca e seca da parte aérea de plantas para adubação verde. UNICRUZ, Cruz Alta, RS, 2015.

Cobertura Vegetal	Fitomassa Fresca	Fitomassa seca
	-----kg.ha ⁻¹ -----	
Pousio	11.173,33 d	2.953,33 b
Trigo mourisco	26.970,00 c	6.785,10 b
Guandu anão	35.036,67 c	7.323,33 b
Mucuna preta	43.450,00 c	10.835,13 b
Capim sudão	56.013,33 b	20.776,67 a
<i>Crotalaria juncea</i>	66.670,00 a	22.706,67 a
Feijão de porco	76.093,33 a	24.990,00 a
CV (%)	20,70	40,40

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

A *Crotalaria juncea* apresentou a maior quantidade de nitrogênio (36,0 g. kg⁻¹), por ser uma espécie da família das Fabaceae, sendo que a quantidade acumulada de nitrogênio está relacionada com a capacidade da espécie de fixação biológica do N atmosférico. Quanto ao Fósforo (3,3 g. kg⁻¹) (Tabela 2), resultados semelhantes foram obtidos por Leal (2013), que verificou teores de Nitrogênio (25,6 g. kg⁻¹) e Fósforo (2,9 g. kg⁻¹). Outros resultados encontrados pela pesquisa com potássio (16,0 g. kg⁻¹), cálcio (15,0 g. kg⁻¹), magnésio (4,1 g. kg⁻¹) (Tabela 2), corroboram com os teores de macronutrientes K (17,3 g. kg⁻¹), Ca (10,8 g. kg⁻¹), Mg (4,0 g. kg⁻¹) aos encontrados por Leal (2013), em condições semelhantes de cultivo.

O feijão de porco obteve maior acúmulo de Cálcio (27,0 g. kg⁻¹) na fitomassa seca, resultado que apresenta similaridade com pesquisa realizada por Pandovan *et al.* (2011), na região de Dourados e Itaquirai (MS), que foi entre 2,8, 17,25 g. kg⁻¹. Nessa pesquisa, os autores também mostram outros resultados, como N (49,65, 34,5 g. kg⁻¹), P (3,04, 1,56 g. kg⁻¹), K (3,77, 20,55 g. kg⁻¹), Mg (3,8, 6,75 g. kg⁻¹) e S (2,13, 1,68 g. kg⁻¹), que também corroboram com os resultados encontrados pela presente pesquisa que são, respectivamente: 29,50 g. kg⁻¹, 2,20 g. kg⁻¹, 21,50 g. kg⁻¹, 2,30 g. kg⁻¹ e 1,50 g. kg⁻¹.

Para o micronutriente ferro, a espécie que obteve a melhor produtividade foi o Trigo Mourisco, com uma produção de 2.450 mg. kg⁻¹, sendo que Meneses e Leandro (2004) apresentaram resultados menores (794,03 mg. kg⁻¹).

Tabela 2 – Concentração de nutriente da parte aérea de plantas para adubação verde de verão.
UNICRUZ, Cruz Alta, RS, 2015.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
-----g. kg ⁻¹ (%)-----						
Capim Sudão	0,51 e	0,12 e	1,50 a	0,30 g	0,12 a	0,06 b
Crotalaria Juncea	3,60 a	0,33 a	1,60 a	1,50 b	0,41 a	0,17 a
Feijão Porco	2,95 b	0,22 d	2,15 a	2,70 a	0,23 a	0,15 a
Guandu Anão	3,00 b	0,25 c	2,05 a	0,85 d	0,25 a	0,16 a
Mucuna Preta	3,00 b	0,27 b	2,10 a	1,10 c	0,23 a	0,14 a
Pousio	0,71 d	0,20 d	1,90 a	0,40 f	0,25 a	0,15 a
Trigo Mourisco	1,01 c	0,45 c	1,95 a	0,64 e	0,29 a	0,09 b
CV %	2.35	1.76	2.23	2.19	1.82	6.15
Tratamentos	Cu	Zn	Fe	Mn	B	
-----mg kg ⁻¹ (%)-----						
Capim Sudão	0,60 b	3,05 a	97,75 c	8,70 b	0,45 d	
Crotalaria Juncea	1,30 a	4,00 a	30,70 e	15,55 a	3,50 a	
Feijão Porco	0,75 b	1,80 a	50,50 d	9,75 b	3,00 a	
Guandu Anão	1,70 a	2,85 a	29,45 e	10,95 b	2,45 b	
Mucuna Preta	1,85 a	3,00 a	19,45 f	14,80 a	3,70 a	
Pousio	0,80 b	3,90 a	205,00 b	14,05 a	0,80 c	
Trigo Mourisco	0,95 b	2,95 a	245,00 a	12,15 a	2,30 b	
CV (%)	10,13	5,90	2,68	4,59	4,50	

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. Dados transformados Raiz quadrada de $Y + 0.5 - \text{SQRT}(Y + 0.5)$.

4.5 Conclusão

O feijão de porco foi a cultura que apresentou maior incremento de fitomassa seca.

O potencial de ciclagem de nutrientes decorrentes do material vegetal da parte aérea das plantas, as espécies que apresentaram os melhores resultados foram a *Crotalaria juncea* com os melhores teores em Nitrogênio e Fósforo, e o Feijão de Porco com Cálcio, seguido Trigo Mourisco com Ferro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Karina de; CAMARA, Francisco Luiz Araújo. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n. 2, p. 55-62, 2011.
- ALVARENGA R.C., *et al.* Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 25-36, 2001.
- BULISANI, E.A. Adubação verde nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. In: COSTA, M.B.B. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992, p.57-195.
- BORGES, A. L. *et al.* **Plantas melhoradoras do solo**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. (Folder).
- CALEGARI, A. *et al.* Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B.(Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, ed. 1, p.1-55, 1992.
- CALEGARI, A. *et al.* Histórico. In: COSTA, M.B.B.(Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, ed. 2, p.3-5, 1993.
- CARDOSO, Dione Pereira *et al.* Atributos fitotécnicos de plantas de cobertura para a proteção do solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 19-24, 2013.
- EMBRAPA (2006). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa. 306 p.
- ERNANI P.R. *et al.* Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.25, p. 897–904, 2001.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.
- FONTANÉTTI, A. **Adubação verde no controle de plantas invasoras e na produção de alface americana e repolho**. 2003. 63 p. Dissertação (Mestrado Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2003.
- FONTANÉTTI A. *et al.* Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006.
- GOUVEA, R. F.; ALMEIDA, D. L. **Avaliação das características agronômicas de sete adubos verdes de inverno no município de Paty do Alferes RJ**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 1997. 7 p. (Comunicado técnico, 20).
- HECKLER. I.C.; *et al.* Palha. In: SALTON, J.C.; *et al.* (Org.). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998, p.37- 49.

LEAL, A.J.F. *et al.* Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 2, abr. 2013.

MENEZES, L.A.S.; LEANDRO, W.M. Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 3, p. 173-180, 2004.

MIYASAKA, S. *et al.* **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas do Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1983, 109 p.

OLIVEIRA, T. K. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

ORTH, R. *et al.* Produção de forragem de gramíneas anuais semeadas no verão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.9, p.1535-1540, set, 2012.

PANDOVAN, M.P. *et al.* Acúmulo de fitomassa e nutrientes e estágio mais adequado de manejo do feijão de porco para fins de adubação verde, **Revista Brasileira de Agroecologia** vol. 6, n. 3, p 182 - 190, 2011.

PAULETTI, V. *et al.* Atributos químicos de um latossolo bruno sob sistema plantio direto em função da estratégia de adubação e do método de amostragem de solo. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 3, jun. 2009.

PERIN A. *et al.* Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização com cobertura viva permanente de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, V. 30 P 38 – 43, 2000.

PORTELA, F.; VESENTINI J.W. **Êxodo Rural e Urbanização**, São Paulo: Ática, 1995.

SÉGUY, L.; BOUZINAC, S. O plantio direto no cerrado úmido. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.69, p.1-4, mar, 1995.

SILVA, L. H. A educação do campo em foco: avanços e perspectivas da pedagogia da Alternância em Minas Gerais. In: 28ª Reunião da ANPED, 2005, Caxambu, 2005. **Anais da 28ª Reunião Anual da ANPED**, v. 1. p. 1-18, 2005.

SOUZA W.J.O.; MELO W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações de matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 885-896, 2000.

SPERLING S. *et al.* Estudo sobre a interação entre espaçamento e densidade de semeadura em capim sudão (Shorgum sudanense) para formação de pastagem. **XVI Seminário Interinstitucional de Ensino**, Pesquisa e Extensão, out. 2011.

TEDESCO, M.J. **Matéria orgânica e nitrogênio**. Porto Alegre: UFRGS, p.87-123, 1983.

TEDESCO M.J. *et al.* **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre, UFRGS/Departamento de Solos. 174p. 1995. (Boletim Técnico, 5).

TEIXEIRA, C. M. *et al.* Palhada e doses de nitrogênio no plantio direto do feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, p. 499-505, 2005.

TOMICH, T.R. *et al.* Produções de matéria natural e de matéria seca e relação folha/colmo de vinte e cinco híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*) com capim sudão (*Sorghum sudanense*) utilizados para produção de forragem em regime de corte., In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: A produção animal e a sociedade brasileira: UFRPE: SBZ, 2002.

WILDNER, L.P. Utilização de espécies de verão para adubação verde, cobertura e recuperação do solo em Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 2, Campo Mourão, 1992. **Anais**. Campo Mourão: AEACM, p.144-160, 1992.

ZALAMENA, J. *et. al.* Produtividade e composição de uva e d e vinho de videira consorciados com plantas de cobertura, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.2, p.182-189, fev. 2013.

DISCUSSÃO GERAL

A adubação verde é uma prática que visa à sustentabilidade da agricultura e de grande importância na melhoria das condições físicas, químicas e microbiológicas do solo. Além disso, possibilita a cobertura do solo com o resto da cultura antecessora que irá auxiliar na manutenção da umidade para as culturas implantadas, protegendo o solo do impacto direto das gotas de chuva ou da irrigação. Por outro lado, mantém a temperatura regular na superfície do solo, auxiliando também na descompactação do solo através de suas raízes, e na disponibilidade de nutrientes através da capacidade de associação simbiótica com *Rhizobium* para fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico e outros nutrientes e assim disponibilizá-lo à cultura sucessora.

No artigo “ESPÉCIES VEGETAIS POTENCIAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE”, o objetivo foi avaliar a produção de fitomassa fresca e seca e as quantidades de macronutrientes (N, P, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cu, Zn, Fe, Mn, B) liberadas dos resíduos vegetais de seis espécies de plantas de cobertura de solo. Observou-se que o feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) produziu 76,09 t ha⁻¹ de matéria fresca e 24,99 t ha⁻¹ de matéria seca, enquanto a *Crotalaria juncea* foi a cultura com maior reciclagem de macronutrientes N (36 g kg⁻¹), P (3,30 g kg⁻¹), e o Trigo mourisco foi a cultura com maior reciclagem de micronutrientes Fe (2.450 mg kg⁻¹).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se que mais estudos sejam realizados dentro de um sistema de rotação de culturas na agricultura familiar, para que, desta forma, sejam comprovados os benefícios da adubação verde, bem como estudos que avaliem a sustentabilidade econômica da prática. Essa prática poderá auxiliar na manutenção do sistema produtivo nas pequenas propriedades rurais, diminuindo aspectos relacionados com a problemática da erosão do solo e melhoria na estrutura do solo, bem como a permanência do homem no campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, S.L. et al. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, V. 28, p. 519-531, 2004.
- ALMEIDA, E.L. de; et al. Crescimento de feijão de porco na presença de chumbo, **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.569-576, 2008.
- AMABILE, R.F. e CARVALHO, A.M. Histórico da adubação verde. In: CARVALHO, A.M. de; AMABILE, R.F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. p. 23-40.
- BELIVAQUA, A.P. et al. **Indicações técnicas para a produção de sementes de plantas recuperadoras de solo para agricultura familiar**. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, 2008. 43 p.
- BRAIDA, J.A. et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, V 30, p.605-614, 2006.
- CABRAL, C.E.A. et al. Compactação do solo e macronutrientes primários na *Brachiaria brizantha* cv. Piatã e *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista brasileira engenharia agrícola ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 4, p. 362-367, abr. 2012.
- CALEGARI, A. Plantas de cobertura em sistema Plantio Direto de Qualidade (SPDq). **Revista A Granja**, Porto Alegre, RS: Centaurus, V68, n763, p 67-69, jul. 2012.
- CALEGARI, A. et al. Histórico. In: COSTA, M.B.B.(Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, ed. 2, p.3-5, 1993.
- COLOZZI FILHO, A. et al., A Adubação verde com leguminosas: o potencial ainda pouco explorado pela FBN. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2009. 2p. (Boletim Informativo).
- CRUZ, J. C. et al., **Produção de milho na Agricultura Familiar**, Embrapa Circular técnica 159, Sete Lagoas MG, 2011, 42 p.
- DIAS, J. C. **Raízes da Fertilidade**. São Paulo: Calandra Editorial, 2005, 128 p.
- FARIAS, L.N. et al. Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. **Revista brasileira engenharia agrícola ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 497- 503, maio, 2013.
- FIORIN, J.E. **Manejo e fertilidade do solo no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Berthier, 2007. 184p.
- FOLONI, J.S.S. et al., Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 49 – 57, fev. 2006.

FRANCHINI, J.C. et al. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**, Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p.

GAMA-RODRIGUES, A. C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 06, p. 1421-1428, 2007.

HAMZA, M.A. e ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Till. Res.*, v. 82, p. 121-145, 2005.

JIMENEZ, R.L. et al. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho. *Revista brasileira engenharia agrícola ambiental*, Campina Grande, v. 12, n. 2, p.116 - 121, abr. 2008.

KLEIN, V.A. et al. Trigo mourisco: uma planta de triplo propósito e uma opção para rotação de culturas em áreas sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, edição 117, maio/junho de 2010. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS.

LEAL, A.J.F. et al. Adubação nitrogenada para milho com o uso de plantas de cobertura e modos de aplicação de calcário. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, Viçosa, v. 37, n. 2, abr. 2013.

LEITE, L. F. C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 01, p. 29-35, 2010.

MENEZES, L.A.S. e LEANDRO, W.M., Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto, *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 34, n. 3, p. 173 - 180, 2004.

OLIVEIRA, T. K. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PANDOVAN, M.P. et. al. Acúmulo de fitomassa e nutrientes e estágio mais adequado de manejo do feijão de porco para fins de adubação verde, *Revista Brasileira de Agroecologia* vol. 6, n. 3, p 182 - 190, 2011.

PASQUALETTO, A. et al. Levantamento da flora emergente de plantas daninhas em sistemas de cobertura de solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical* (UFG), Goiânia, v. 29, n. 02, p. 127-134, 1999.

PERIN A. et al. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização com cobertura viva permanente de solo, *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, V. 30 P 38 – 43, 2000.

PERIN, A. et al. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, n. 30, p. 713-720, 2002.

REICHERT J.M. et al. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação, Tópicos, **Ciência do Solos**, v. 5, Santa Maria, p. 49 -144, 2007.

REINERT. D.J. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 32, n. 5, p. 1805 – 1816, 2008.

SILVA, A. C. et al. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 01, p. 22-28, 2009.

SILVA, L. H. A. educação do campo em foco: avanços e perspectivas da pedagogia da Alternância em Minas Gerais. In: 28ª Reunião da ANPED, 2005, Caxambu, 2005. **Anais da 28ª Reunião Anual da ANPED**, 2005. v. 1. p. 1-18.

SILVA, G.T.A. et al. **Correlação entre composição química e a velocidade de decomposição de plantas para adubação verde visando a elaboração de uma base de dados**, Serópedica, Embrapa agrobiologia, 2007, 51 p., Boletim de pesquisa e desenvolvimento.

TEODORO, R.B. et al. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, abr. 2011.

TOMICICH, T.R. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim sudão, **Revista brasileira de medicina veterinária e zootecnia**, v. 56, n. 2, p. 258 - 263, 2004.

TORRES, J. L. R. et al. Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação de culturas milho-soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 01, p. 107-113, 2006.